## Корпоративный университет Транспортного комплекса

# Правила охраны труда при эксплуатации электроустановок потребителей

Учебное пособие по подготовке электротехнического (электротехнологического) персонала по электробезопасности на II-IV группу





### Содержание

3B	ЕДЕНІ	<u>1E</u>	I
1	. O	СНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ	3
	1.1.	Определение электрического тока, потенциала, напряжения, ЭДС,	
	сопро	тивления, проводимости, мощности	3
	1.2. C	пособы соединения электроприемников	7
	1.3.	Тепловое действие тока	14
	1.4. P	ежимы работы электрических цепей	16
	1.5.	Магнетизм	17
	1.6.	Принцип работы электродвигателя	19
	1.7.	Электромагнитная индукция	20
	1.8.	Принцип работы генератора	21
	1.9.	Самоиндукция	22
	1.10.	Вихревые токи	25
	1.11.	Грехфазный ток	26
		СТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА	
C	РГАН	ИЗМ ЧЕЛОВЕКА	29
3	. ПЕРЕ	ЗАЯ ПОМОЩЬ ПРИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ НА ПРОИЗВОДСТВЕ	33
	3.1. У	ниверсальная схема оказания первой помощи на месте происшествия	33
	3.2. П	ризнаки внезапной (клинической смерти)	34
	3.3. П	ризнаки биологической смерти	34
	3.4. P	еанимация «Если нет сознания и нет пульса на сонной артерии»	34
	3.5. P	еанимация «Если нет сознания, но есть пульс на сонной артерии»	35
	3.6. P	еанимация «Артериальное и венозное кровотечение»	36
	3.7. P	еанимация «Наличие ран»	37
	3.8. P	еанимация «Признаки переломов костей конечностей	38
	3.9. P	еанимация «Признаки обморока и комы»	38
	3.10.	Признаки синдрома сдавливания нижних конечностей	39
	3.11.	Схема действий при химических, термических ожогах и в случаях отравления	
	ядови	тыми газами	39
	3.12.	Схема действий при ожогах глаз или век	40
	3.13.	Схема действий в случае укуса змей и ядовитых насекомых	40
	3.14.	Схема действий при обморожении	41
	3.15.	Порядок действий при падении с высоты	41
	3.16.	Порядок действий при выходе из зоны «шагового напряжения»	42
		Порядок действий при поражении электрическим током	
4		ІЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ПОТРЕБИТЕЛЕЙ	

4.1. Подготовка электротехнического (электротехнологического) персонала к эксплуатации электроустановок	42
4.2. Порядок подготовки электротехнического (электротехнологического) персона.	
4.3. Порядок проверки знаний работников	
4.4. Допуск к самостоятельной работе	
5. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК	
5.1. Эксплуатация электрооборудования	
5.2. Эксплуатация кабельных линий	
6. УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.	
6.1. Термины и определения	
6.2. Общие положения правил устройства электроустановок	
6.3. Буквенно-цветовое обозначение электроустановок	
6.4. Классификация электроустановок по устройству нейтрали электрических сете	
6.5. Заземление и защитные меры электробезопасности	
6.6. Меры защиты от прямого прикосновения	
6.7. Меры защиты от прямого и косвенного прикосновений	
6.8. Меры защиты при косвенном прикосновении	
7. СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ	
7.1. Способы защиты и безопасность в электроустановках	
7.2. Средства защиты, используемые в электроустановках	
7.3. Электрозащитные средства	
7.4. Средства индивидуальной защиты	. 103
8. ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК	. 107
8.1. Основные требования безопасности при обслуживании электроустановок	. 107
9. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРАВИЛ УСТРОЙСТВА электроустановок потребит	
электроэнергии	. 130
9.1. Термины и определения	
9.2. Классификация электроустановок в отношении условий и мер безопасности	. 132
9.3. Проводники и шины в электроустановках	. 133
9.4. Заземление	. 135
9.5. Замыкание на землю. Шаговое напряжение	. 138
9.6. Категории электроснабжения приемников электрической энергии	. 139
9.7. Передвижные и переносные электроприемники	. 142

#### **ВВЕДЕНИЕ**

Электробезопасность — система организационно-технических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность людей от вредных и опасных воздействий электрического тока, электромагнитных полей и статического электричества.

Меры безопасности, обеспечивающие защиту людей при работе в электроустановках, направлены на снижение и исключение воздействия вредных и опасных производственных факторов.

**Вредный производственный фактор** — это такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению работоспособности.

Опасный производственный фактор — это такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья.

Степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей зависит от:

- рода и величины напряжения и тока;
- частоты электрического тока;
- пути тока через тело человека;
- продолжительности воздействия электрического тока или электромагнитного поля на организм человека;
  - условий внешней среды.

Электробезопасность должна обеспечиваться:

- конструкцией электроустановок;
- техническими способами и средствами защиты;
- организационными и техническими мероприятиями. 1

Электроустановки и их части должны быть выполнены таким образом, чтобы работающие не подвергались опасным и вредным воздействиям электрического тока и электромагнитных полей, и соответствовать требованиям электробезопасности.

Требования (правила и нормы) электробезопасности к конструкции и устройству электроустановок должны быть установлены в стандартах безопасности труда, а также в стандартах, технических условиях и технических регламентах на электротехнические изделия, электрифицированное оборудование и инструменты.

 $<sup>^{1}</sup>$  Письмо от 28.03.1999 N16-16/68 Министерство здравоохранения РФ.



-

Предусматривается переработка требований электробезопасности при переоснащении производственных объектов, производстве и внедрении новой техники и технологий. ГОСТ 52002-2003\*.



#### 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Электротехника – это область техники, связанная с получением, распределением, преобразованием и использованием электрической энергии, а также – с разработкой, эксплуатацией и оптимизацией электронных компонентов, электронных схем и устройств, оборудования и технических систем. Под электротехникой также понимают техническую науку, которая электрических явлений применение магнитных ДЛЯ практического И использования.

**Основное отличие** электротехники от электроники заключается в том, что электротехника изучает проблемы, связанные с силовыми крупногабаритными электронными компонентами: линии электропередачи, электрические приводы, в то время как в электронике основными компонентами являются компьютеры и другие устройства на базе интегральных схем, а также сами интегральные схемы.

## 1.1. Определение электрического тока, потенциала, напряжения, ЭДС, сопротивления, проводимости, мощности

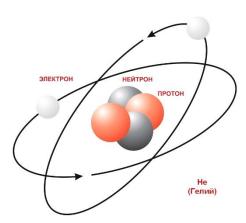


Рис. 1. Атом

В природе все вещества состоят из молекул. Молекула, в свою очередь, состоит из атомов, атом — из ядра, а ядро состоит из положительных протонов и не имеющих заряда нейтронов. Вокруг ядра на орбитах вращаются электроны. Ядро имеет положительный заряд, а электроны — отрицательный:

Атом в целом электрически нейтрален, но при воздействии на него (например, при нагревании) он приобретает дополнительную энергию, в результате чего разрывается связь между ядром и наиболее

удалённым электроном. Этот электрон уходит со своей орбиты и весь атом становится положительно заряженным ионом.

Оторвавшийся электрон либо начинает хаотическое движение (далее – **свободный электрон**), либо присоединяется к другому атому, превращая его в отрицательно заряженный ион.

Процесс превращения нейтральных атомов в электрически заряженные частицы (далее — ионы) называют **ионизацией**. Ионизация может возникнуть только при сообщении атому определенного количества энергии: в виде тепла, путем бомбардировки его какими-либо частицами, например, при воздействии внешнего электрического поля.

В природе существуют вещества, имеющие или не имеющие свободных электронов.



В зависимости от этого все вещества делят на проводники, полупроводники и диэлектрики.

#### Проводники подразделятся на:

- металлы, неметаллы и сплавы;
- проводящие жидкости (растворы кислот, солей и щелочей);
- проводящие газы (например, плазма);
- вакуум.

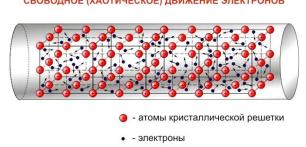


Рис. 2. Кристаллическая решетка

**Полупроводники** – проводимость тока только в определенном направлении.

Диэлектрики – вещества, не проводящие электрический ток.

Следует отметить, что в технике, кроме металлических проводников, используют и неметаллические. К таким проводникам относится, например, графит, из которого изготовляют щетки электрических машин, электроды для прожекторов и пр. Проводниками электрического тока являются поверхность земляного покрова, живые ткани растений, животных и человека и т.п. Проводят электрический ток сырое дерево и многие другие изоляционные материалы во влажном состоянии.

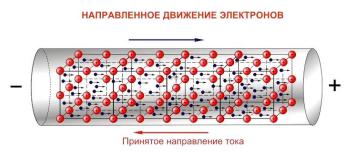


Рис. 3. Направление электрического тока

Если к концам проводника подсоединить источник электродвижущей силы - ЭДС (например, батарею), то движение свободных электронов в проводнике станет упорядоченным, то есть, по

проводнику потечёт электрический ток.

# Упорядоченное движение электронов в проводящей среде под действием электромагнитного поля называется электрически током.

Количество свободных электронов характеризует способность материала проводить электрический ток. Количество электронов, равное 6,25.10<sup>18</sup> принято считать, как 1 Кулон (Кл). При силе тока 1А за 1с в проводнике проходит количество электричества, равное 1Кл.

Если в магнитном поле положительного заряда находится другой положительный заряд, то эти заряды стремятся оттолкнуться друг от друга. При этом совершается определённая работа за счёт совместного действия полей обоих зарядов.



Отношение этой энергии (W) к величине перемещаемого заряда (q) называется электрическим потенциалом.

Так как энергия совместного поля зарядов W при отдалении двух зарядов ослабевает, то и электрический потенциал в разных точках проводника будет разным:

$$\phi = \frac{W}{q}$$
, то есть  $1B = \frac{1 \text{ дж (джоуль)}}{1 \text{ кл (кулон)}}$ 

Электрическим напряжением называется разность потенциалов между двумя полюсами источника тока при замкнутой электрической цепи, либо между двумя точками проводника.

Напряжение измеряется в вольтах (B), обозначается U:

$$U = \phi 1 - \phi 2$$

Если напряжение отрицательно, значит, ток по цепи проходит в обратном направлении.

Если два разноимённо заряженных тела соединить проводником, то свободные электроны начнут направленное движение, то есть, по проводнику потечёт электрический ток. Он будет протекать до тех пор, пока напряжение (разность потенциалов между концами проводника) не станет равным нулю.

Для того, чтобы ток протекал непрерывно необходимо постоянно поддерживать разность потенциалов, то есть, к концам проводника необходимо присоединить источник электрической энергии, например, генератор или аккумуляторную батарею.

Разность потенциалов на зажимах источника электрической энергии при незамкнутой цепи называется электродвижущей силой (далее — ЭДС) источника.

Единица измерения ЭДС – Вольт (В), обозначение – Е.

Силой тока (I) называется количество электричества, проходящее через поперечное сечение проводника за 1 секунду:

$$I = \frac{q}{t}$$

где: q - количество электричества (Кл),

t – время (c).

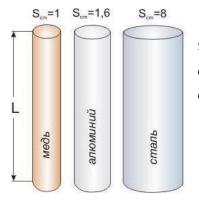
Единица измерения силы тока – Ампер (А).

При движении свободных электронов в проводнике они на своём пути сталкиваются с атомами, отдавая при этом часть своей энергии. Эта энергия переходит в тепловую и нагревает проводник, что сопровождается потерей электроэнергии в цепи.

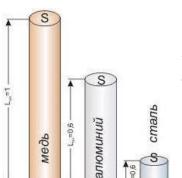


Каждый материал имеет свои свойства проводить электричество. Медь, сталь и алюминий имеют низкое сопротивление току, а нихром и фехраль – высокое.

#### Обозначение активного сопротивления - R, единица измерения - Ом.



Данные проводники оказывают одинаковое электрическое сопротивление, но при этом имеют одинаковую длину и разную площадь поперечного сечения.



Данные проводники оказывают одинаковое электрическое сопротивление, но при этом имеют *разную длину и одинаковую площадь поперечного сечения*.

Рис. 4. Сопротивление

Электропроводность всех материалов зависит от их температуры.

В металлических проводниках при нагревании амплитуда и скорость колебания атомов в кристаллической решетке металла увеличиваются, вследствие чего возрастает и сопротивление, которое они оказывают движению электронов.

При охлаждении происходит обратное явление: амплитуда и скорость колебания атомов в кристаллической решетке уменьшается, при этом уменьшается сопротивление движению электронов, а значит, уменьшается сопротивление проводника.

Физики сделали расчет, что при температуре **минус 273** $^{0}$ С (абсолютного нуля) наступает явление, которое называется **сверхпроводимость.** 





Рис. 5. Необходимая длина проводников из различных материалов для получения сопротивления 1 Ом.

Электрической проводимостью называется способность тела проводить электрический ток. Очевидно, что проводимость проводника зависит от его сопротивления: чем меньше сопротивление — тем лучше проводимость, и наоборот.

Таким образом получается, что проводимость — это величина, обратная сопротивлению. Это можно выразить формулой:

$$\mathbf{g} = \frac{1}{R}$$

Единица измерения проводимости – Сименс (См).

Энергия, получаемая приемником или отдаваемая источником тока, называется мощностью.

Мощность Р при неизменных значениях напряжения и силы тока равна произведению этих величин тока и напряжения:

$$P = UI$$

Единица измерения электрической мощности — Ватт (Вт). В промышленности мощность измеряют более крупными единицами: киловатт (1 кВт = 1000 Bt), мегаватт (1 МВт = 1000 000 Bt) и т.д.

#### 1.2. Способы соединения электроприемников

#### 1.2.1. Термины и определения

Электроснабжение – обеспечение потребителей электрической энергией.

Система электроснабжения – совокупность электроустановок, предназначенных для обеспечения потребителей электрической энергией.

Централизованное электроснабжение – электроснабжение потребителей электрической энергии от энергосистемы.

Электрическая сеть — совокупность электроустановок для передачи и распределения электрической энергии, состоящая из подстанций, распределительных устройств, токопроводов, воздушных и кабельных линий электропередачи, работающих на определенной территории.



Приемник электрической энергии (далее — электроприемник) — аппарат, агрегат и т.п., предназначенный для преобразования электрической энергии в другой вид энергии.

Потребитель электрической энергии — электроприемник или группа электроприемников, объединенных технологическим процессом и размещающихся на определенной территории.

Нормальный режим потребителя электрической энергии – режим, при котором обеспечиваются заданные значения параметров его работы.

Послеаварийный режим — режим, в котором находится потребитель электрической энергии в результате нарушения в системе его электроснабжения до установления нормального режима после локализации отказа.

Соединение нескольких электроприемников, при котором конечный вывод первого электроприемника соединяется с начальным выводом второго и т.д., образуя замкнутую цепь.

#### 1.2.2. Закон Ома для неразветвленной цепи

Сила тока в неразветвленной цепи прямо пропорциональна напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению цепи:

$$\mathbf{I} = \frac{U}{R}, \ (\mathbf{A})$$

где:

U – напряжение (B)

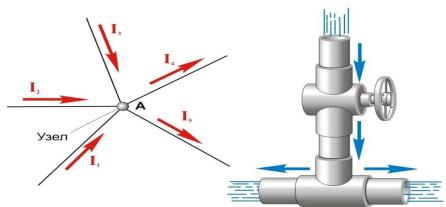
R – сопротивление (Ом)

#### 1.2.3. Первое Правило Кирхгофа

Если к одной точке (узлу) подвести несколько проводников и несколько вывести, то *сумма токов*, *подходящих к узлу*, *будет равна сумме токов*, *выходящих из узла*:

$$I_1+I_2+I_3=I_4+I_5$$

Алгебраическая сумма токов в общей точке будет равна нулю. Этот закон можно проиллюстрировать при помощи рисунков, расположенных ниже:



В вертикальную трубу поступает вода.

В тройнике она разделяется и далее течёт в обе стороны по горизонтальной трубе. Очевидно, что количество воды, протекающей по



ð

Рис. 6. Первое Правило Кирхгофа

вертикальной трубе, будет равно сумме количества воды, вытекающей из тройника в обоих направлениях, причём правый и левый потоки будут распределяться в зависимости от диаметра каждой трубы.

Для электрических цепей это значит, что токи, выходящие из узла (то есть, в параллельных цепях), будут распределяться в зависимости от сопротивления каждой цепи, а значит, *при одинаковом сопротивлении параллельных цепей токи между ними будут разделяться поровну*.

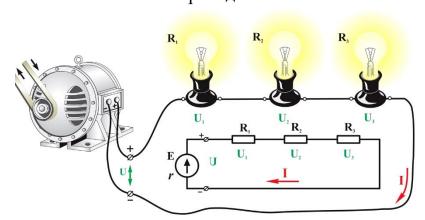
#### 1.2.4. Второе Правило Кирхгофа

Настоящее Правило устанавливает зависимость между ЭДС и напряжением в замкнутой электрической цепи. Согласно этому закону во всяком замкнутом контуре алгебраическая сумма ЭДС равна алгебраической сумме падений напряжения на сопротивлениях, входящих в этот контур:

$$\sum \mathbf{E} = \sum \mathbf{IR}$$
 (B)

#### 1.2.5. Последовательное соединение электроприемников

При этом все элементы соединяются в единую непрерывную цепь, как лампы в ёлочной гирлянде.



Если в такой гирлянде (с последовательным соединением) перегорит хотя бы одна лампа, то погаснет вся гирлянда.

Рис. 7. Последовательное соединение

#### В последовательной цепи сила тока на всех её участках одинакова:

$$I_1 = I_2 = I_3$$
,

общее сопротивление всей цепи будет равно сумме всех сопротивлений:

$$R_{00III} = R_1 + R_2 + R_3$$

Учитывая, что любая электрическая цепь обладает сопротивлением, становится очевидно, что по мере прохождении по цепи электрического тока будет увеличиваться сопротивление, а это, в свою очередь, вызовет уменьшение (падение) напряжения на каждом участке цепи. Таким образом, общее



напряжение всей последовательной цепи будет равно сумме падений напряжения на каждом её участке:

$$\mathbf{U}_{\mathbf{0}\mathbf{0}\mathbf{H}} = \mathbf{U}_1 + \mathbf{U}_2 + \mathbf{U}_3$$

Падение напряжения можно выразить формулой:

$$U = IR$$
 или  $[B=A\Omega]$ 

Соединение нескольких электроприемников, при котором конечный вывод первого электроприемника соединяется с начальным выводом второго и т.д., образуя замкнутую цепь.

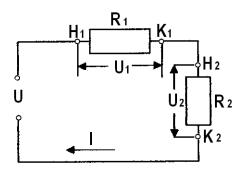


Рис. 8. Электрическая схема последовательного соединение

#### При последовательном соединении:

1. Общее сопротивление цепи равно сумме сопротивлений отдельных ее элементов.

$$\mathbf{R}_{\text{общ}} = \mathbf{R}_1 + \mathbf{R}_2$$

- 2. По всем элементам последовательной цепи протекает одинаковый ток. Участок электрической цепи, состоящий только из последовательно соединенных элементов, по которому протекает один и тот же ток, называется ветвью.
- 3. Падение напряжения на каждом элементе прямо пропорционально его сопротивлению.

$$U = IR$$

4. Сумма падений напряжения на отдельных элементах последовательной цепи равна напряжению источника.

$$U = U_1 + U_2$$

5. При изменении величины сопротивления одного из элементов последовательной цепи происходит перераспределение падений напряжений на всех элементах цепи.



#### 1.2.6. Параллельное соединение электроприемников

При параллельном соединении две и более электрических цепей имеют общее начало и общий конец.

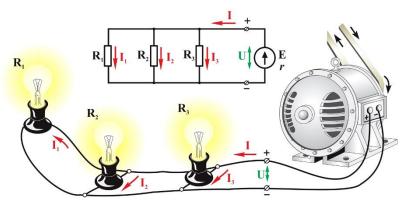


Рис. 9. Параллельное соединение

Если мы имеем 3 параллельные цепи, то, применив 1-й Закон Кирхгофа, мы получим, что проводимость общего участка будет равна сумме проводимостей каждой цепи:

$$g_{\text{общ}} = g_1 + g_2 + g_3$$
 (CM)

Учитывая, что  $g = \frac{1}{R}$ , имеем

$$\frac{1}{Roбu_l} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}$$

При этом:

$$\mathbf{U_1} = \mathbf{U_2} = \mathbf{U_3}$$

то есть, напряжение в каждой цепи одинаково и равно напряжению на клеммах всей цепи, а ток в цепи равен:

$$\mathbf{I}_{0600} = \mathbf{I}_1 + \mathbf{I}_2 + \mathbf{I}_3$$

то есть, сила тока во всей цепи равна сумме токов в каждой цепи.

Рассчитаем общее сопротивление для двух параллельных цепей. Воспользуемся формулой:

$$\mathbf{R}$$
общ =  $\frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2}$ , где

R1 и R2 – сопротивления параллельных цепей.

#### Пример:

Рассчитаем общее сопротивление двух параллельных цепей, где  $R_1\!=\!2$  Ома, а  $R_2\!=\!8$  Ом

Rобщ = 
$$\frac{2 \cdot 8}{2 + 8} = \frac{16}{10} = 1,6$$
 Ом

Таким образом, общее сопротивление двух параллельных цепей уменьшилось.



Исходя из этого, можно сделать выводы:

- ✓ Общее сопротивление параллельных цепей всегда будет меньше меньшего из сопротивлений.
- ✓ Если из нескольких параллельных цепей убрать хотя бы одну, то общее сопротивление увеличится (так как уменьшится общая проводимость цепи), что вызовет увеличение силы тока.
- ✓ Если к одному резистору параллельно подключить резистор с таким же сопротивлением, то общее сопротивление всей цепи уменьшится в два раза. При параллельном подключении трёх одинаковых резисторов в три раза и т.д.

Точки электрической цепи, в которых сходятся не менее трех ветвей, называются узлами электрической цепи (где 1 и 2 – узлы электрической цепи).

Замкнутая цепь, включающая несколько ветвей, называется контуром электрической цепи.

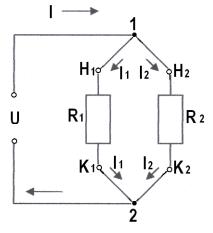


Рис. 10. Электрическая схема параллельного соединения

#### При параллельном соединении:

1. Падение напряжения на всех параллельно соединенных элементах цепи одинаково.

$$U1 = U2 = U$$

2. Общая проводимость параллельной цепи равна сумме проводимостей всех параллельных ветвей.

$$\mathbf{g}_{06\text{III}} = \mathbf{g}_1 + \mathbf{g}_2$$

3. Общее сопротивление параллельной цепи всегда меньше наименьшего сопротивления ветви.

$$\frac{1}{R_{o \delta u u}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \qquad \qquad R_{o \delta u u} = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_2 \cdot R_3 + R_1 \cdot R_3 + R_1 \cdot R_2}$$

4. Ток, протекающий по общему участку цепи равен сумме токов, протекающих по всем параллельным ветвям.



5. Алгебраическая сумма токов, направленных к узлу электрической цепи, равна алгебраической сумме токов, направленных от этого узла. За положительное направление тока принимается направление к узлу.

$$\mathbf{I} = \mathbf{I}_1 + \mathbf{I}_2$$

6. Алгебраическая сумма токов в ветвях, сходящихся в узле, равна нулю (далее называемый первым законом Кирхгофа, по имени немецкого физика Густава Роберта Кирхгофа. Запишем 1-й закон Кирхгофа согласно рис. 9.

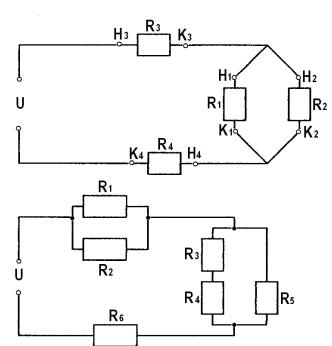
$$\sum_{i=1}^{n} \vec{I}_{i} = 0$$
 — первый закон Кирхгофа

или

$$I - I_1 - I_2 = 0$$

7. Токи, протекающие по отдельным ветвям, обратно пропорциональны сопротивлению этих ветвей.

#### 1.2.7. Смешанное соединение электроприемников



Смешанное соединение электроприемников представляет собой различные комбинации последовательного и параллельного соединений электроприемников, образующих сложные электрические цепи.

Отдельные последовательно и параллельно соединенные участки цепей смешанного соединения подчиняются соответственно правилам последовательного и параллельного соединения.

Рис. 11. Электрическая схема. Смешанное соединение

$$+$$
 Roбщ =R1+  $\frac{R2 \cdot R3}{R2 + R3}$  + R4



#### 1.3. Тепловое действие тока

Все проводники обладают сопротивлением движению тока, при этом происходит нагрев проводника. Это явление имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Например, тепловое действие тока широко используется в быту и на производстве в электронагревательных приборах, при электросварке и т.д.:



Рис. 12. Использование теплового действия тока

Большое количество электроприборов с повышенной мощностью, включённых через «тройники» в одну розетку, также может привести к возгоранию, так как все эти приборы подключаются параллельно и, согласно Первому закону Кирхгофа, «тройнике» токи от каждой цепи будут суммироваться И могут превысить максимально величину допустимую для данной цепи (токи



Рис. 13.

перегрузки), что приведёт к срабатыванию автомата защиты, а при неплотном контакте «тройника» с розеткой могут наступить более тяжёлые последствия, описанные выше.

Тепловое действие тока определяется по количеству выделенного тепла за единицу времени.

Согласно Закону Джоуля-Ленца количество выделенного тепла равно произведению квадрата силы тока, сопротивления и времени прохождения тока через проводник (в секундах).

Единица измерения теплоты – Джоуль (Дж)

$$Q = 0.24 I^2 R t$$

Мощность, затраченная на нагрев проводника, равна произведению квадрата силы тока в цепи и сопротивления проводника. Единица измерения мощности – Ватт (Вт).

$$P = I^2R BT$$

Плотность тока - это физическая величина, которая показывает силу тока, проходящего через определённую площадь поперечного сечения проводника.



Плотность тока можно выразить формулой:

$$j=\frac{I}{S}$$

(ампер на единицу площади мм<sup>2</sup>)

Если электрическая цепь имеет ничтожно малое сопротивление, то, согласно Закону Ома, сила тока в этой цепи будет очень велика. Если на каком-то участке цепи уменьшить площадь поперечного сечения проводника в 10 раз, то, учитывая, что сила тока на всех участках неразветвлённой цепи одинакова, окажется что все электроны теперь будут проходить через так называемое «узкое горлышко». При этом они будут сталкиваться с атомами кристаллической решётки, отдавая свою энергию и вызывая сильнейший нагрев, способный привести к разрушению изоляции, возникновению короткого замыкания и пожару.

Каждый материал имеет свою предельно допустимую температуру нагрева, каждый проводник — свою температуру плавления, а каждый аппарат — предельно допустимое значение силы тока.

Для того чтобы не допустить токов перегрузки или короткого замыкания, в начале каждой электрической цепи устанавливается плавкий предохранитель. Его плавкая вставка имеет намного меньшую площадь сечения, чем провода или кабели защищаемой цепи, поэтому при превышении допустимой силы тока эта вставка сильно нагревается, что вызывает расплавление металла и разрыв проводника, тем самым, обесточивая защищаемую цепь.

В автоматических выключателях низковольтных цепей отключение происходит за счёт нагрева и последующего размыкания биметаллических контактов. После остывания контакты замыкаются вновь – аппарат готов к повторному включению.

При слабом соединении проводников (соединение скруткой, ослабление резьбового соединения, т.п.) значительно уменьшается площадь соприкосновения соединяемых поверхностей.



Рис. 14. Возникновение переходного сопротивления

В месте неплотного соединения увеличивается плотность тока и возникает участок с повышенным сопротивлением движению тока.

В результате происходит сильный нагрев, который может привести к возникновению аварийного режима в цепи.

Исходя из вышеизложенного, можно сказать, что **переходное сопротивление** — это вредное явление, возникающее вследствие некачественного технического обслуживания, либо вследствие нарушения правил эксплуатации электрических аппаратов.



#### 1.4. Режимы работы электрических цепей

#### 1.4.1. Режим холостого хода

Если цепь с генератором разомкнута, то ток в цепи не проходит, то есть, сила тока будет равна нулю:



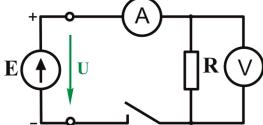


Рис. 15. Режим холостого хода



#### 1.4.2. Режим нагрузки

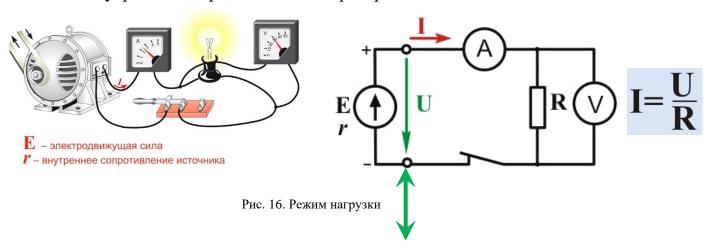
Если цепь замкнута, то по ней проходит ток, зависящий от величины сопротивлений, включённых в данную цепь:

$$I=\frac{U}{R+r},$$

где

R – сопротивление цепи;

r – внутреннее сопротивление генератора.



Каждый источник ЭДС (генератор, батарея, т.п.) обладает своим собственным (внутренним) сопротивлением Rвн. Например, электродвигатель, работающий в генераторном режиме. Ведь ток, отдаваемый генератором, сначала



проходит по его собственным обмоткам (якоря и возбуждения), которые также имеют своё сопротивление, то есть, происходит падение напряжения внутри самого генератора. Именно поэтому напряжение на зажимах генератора всегда чуть меньше его ЭДС, то есть:

$$U$$
об $\mathbf{H} = \mathbf{E} - \mathbf{U}$ вн

Таким образом, при расчёте общего сопротивления всей цепи необходимо учитывать и внутреннее сопротивление электрической машины:

$$R$$
общ =  $R$ потр +  $r$ вн,

а силу тока в цепи можно рассчитать, используя Закон Ома для всей цепи: сила тока в замкнутой цепи прямо пропорциональна ЭДС источника и обратно пропорциональна сопротивлению всей цепи:

$$I = \frac{E}{Roб u_l + Reh}$$
 - Закон Ома для всей цепи.

#### 1.4.3. Режим короткого замыкания

Если полюса генератора замкнуть проводником с малым сопротивлением, то при RBH=0,1~OM~u~U=200B по цепи пройдёт недопустимо большой ток, что приведёт к выходу генератора из строя: I=200:0,1=2000A.

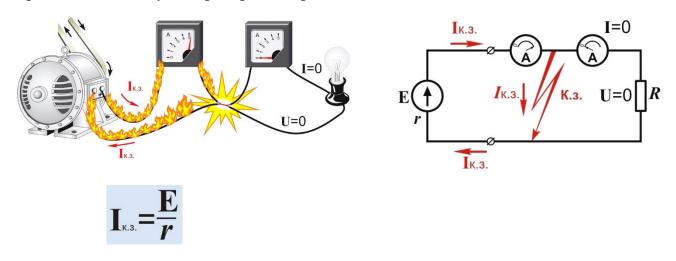


Рис. 17. Режим короткого замыкания

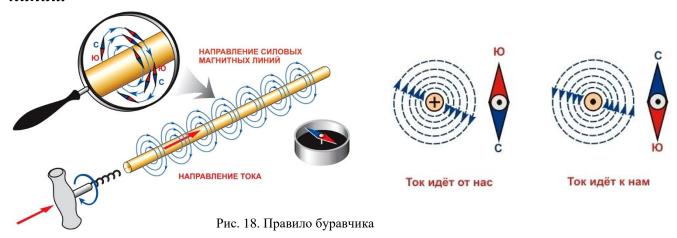
#### 1.5. Магнетизм

Магнитными свойствами, выраженными в той или иной степени, обладают все вещества. Наиболее сильно они проявляются в ферромагнетиках (железо, кобальт, никель и их сплавы), а парамагнетики и диамагнетики (цветные металлы и сплавы) обладают ничтожно слабыми магнитными свойствами. Если по проводнику протекает электрический ток, то вокруг него возникает магнитное поле. В прямолинейном проводнике силовые линии магнитного поля имеют



форму замкнутых колец. Направление магнитных силовых линий можно определить по Правилу буравчика:

Если буравчик ввинчивать по направлению тока, то направление вращения его рукоятки укажет направление вектора магнитных силовых линий.



Для получения более сильного магнитного поля применяют катушки с проволочной обмоткой. При этом силовые линии внутри колец имеют одинаковое направление и складываются.

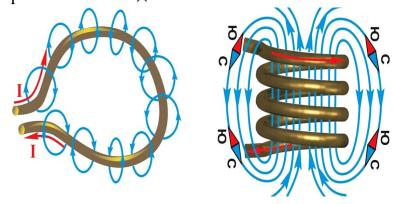


Рис. 19. Магнитные катушки

Чем больше витков имеет катушка, тем более сильный магнитный поток она создаёт. Увеличивая напряжение можно также увеличить магнитную силу катушки. Для усиления этого потока внутрь катушки вставляют стальной сердечник с хорошей магнитной проводимостью.

При этом сердечник намагничивается сам, то есть, он способен «притянуть» к себе, например, стальной (ферромагнитный) предмет (якорь контактора или реле).



Рассмотрим это явление на примере работы электромагнитного реле PM-3100, которое применяется в низковольтных цепях вагонов метрополитена.

Если на катушку (2) подать питание, то она намагнитит сердечник, установленный внутри катушки. В результате якорь (3) притянется к сердечнику, при этом подвижный (5) и неподвижный (6) контакты замкнутся и по цепи пройдёт ток. Подобные аппараты используются в электрических цепях в качестве

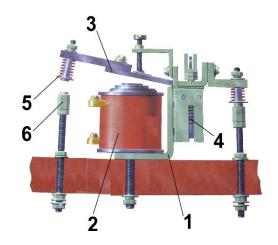


Рис. 20. Электромагнитное реле

электромагнитных контакторов и реле, их устройство более подробно рассматривается в разделе «Электрооборудование подвижного состава».

#### 1.6. Принцип работы электродвигателя

Гэм О

Рис. 21. Правило левой руки

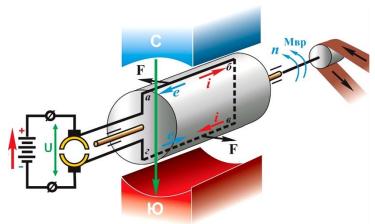
Вокруг любого проводника с током образуется магнитное поле. Если проводник с током поместить внутрь другого магнитного поля, то в результате взаимодействия двух магнитных полей образуется выталкивающая сила F, направление которой определяется по

#### Правилу левой руки:

если ладонь левой руки расположить так, чтобы магнитные силовые линии входили в ладонь, а 4 пальца указывали направление тока в проводнике, то отогнутый большой палец укажет направление действия выталкивающей силы.

Таким образом, зная направление тока в проводнике и это простое правило, можно определить направление вращения якоря электродвигателя, а если изменить направление тока в якоре или в главных полюсах, то изменится и направление выталкивающей силы, действующей на проводник с током.

Если рамку, сделанную из проводника, закрепить на оси и подключить её к источнику ЭДС, то по проводнику начнёт протекать создавая вокруг ток, магнитное поле. Взаимодействие созданного магнитного поля, полюсами. с магнитным полем вокруг проводника приведёт





возникновению выталкивающей силы.

Если, например, под северным полюсом направление тока в рамке «от нас», то на верхнюю часть рамки будут действовать силы, направленные влево, а под южным — вправо. В результате взаимодействия этих сил создаётся вращающий момент, и рамка начинает вращаться вместе с осью в направлении действия выталкивающей силы.

При этом рамка и ось будут вращаться рывками каждые пол-оборота. Если же на оси закрепить несколько подобных рамок (по окружности) и обеспечить подачу на них питания строго в момент нахождения рамки под полюсами, то вращение оси будет непрерывным. Таким образом, если данную ось (вал) соединить через карданную муфту с редуктором колёсной пары, то она начнёт вращаться, приводя в движение вагон. Если в два раза увеличить количество полюсов, то вращающий момент (сила тяги) также увеличится.

#### 1.7. Электромагнитная индукция

Если в магнитное поле поместить замкнутый проводник и **перемещать** его так, чтобы он **пересекал** силовые линии внешнего магнитного поля, то из-за изменения напряжённости магнитного поля в проводнике возникнет электродвижущая сила, называемая ЭДС индукции. ЭДС индукции возникнет в проводнике даже в том случае, если сам проводник останется неподвижным, а перемещаться будет магнитное поле, пересекая проводник своими силовыми линиями.

Если проводник, в котором наводится ЭДС индукции, замкнуть на какуюлибо внешнюю цепь, то под действием этой ЭДС по цепи потечёт электрический ток, называемый индукционным током.

**Явление возникновения ЭДС в проводнике при пересечении его силовыми линиями магнитного поля называется электромагнитной индукцией.** Т.е. электромагнитная индукция — это процесс превращения механической энергии в электрическую.

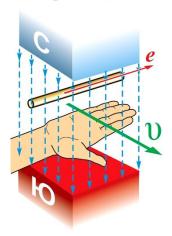


Рис. 23. Правило правой руки

При работе двигателя обмотки якоря пересекаются с магнитными силовыми линиями, исходящими от обмоток возбуждения (главных полюсов). При этом в обмотках якоря наводится ЭДС, направленная против приложенного напряжения, поэтому её часто называют противоЭДС. Её направление определяется по Правилу правой руки. Применительно к двигателю оно выглядит так:

если ладонь правой руки расположить так, чтобы в неё входили силовые линии магнитного поля от обмоток возбуждения, а отогнутый большой палец направить по



направлению вращения якоря, то четыре вытянутых пальца укажут направление противо-ЭДС.

ЭДС индукции измеряется в вольтах и прямо пропорциональна величине магнитного потока, скорости движения проводника (скорости вращения якоря) и длине участка, пересекающего магнитные силовые линии. Для нормальной работы электродвигателя необходимо подать на его коллектор напряжение большее, чем возникающая в нём противо-ЭДС.

- ✓ Чем больше скорость вращения якоря двигателя, тем больше величина противо-ЭДС.
- ✓ Чем больше величина противо-ЭДС, тем меньше сила тока в цепи и сила тяги двигателя.

#### 1.8. Принцип работы генератора

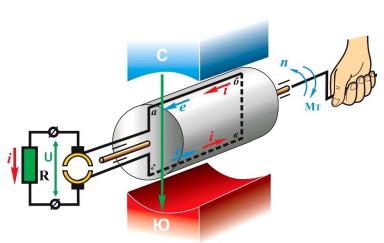


Рис. 24. Принцип работы генератора

После отключения двигателя, работавшего моторном режиме, магнитный поток вокруг обмоток главных полюсов исчезает, но в стальных сердечниках полюсов сохраняется остаточный магнитный поток. Так как якорь двигателя продолжает вращение по инерции, то его обмотки пересекают магнитные силовые линии главных полюсов. Если обмотки якоря включить в замкнутую электрическую цепь,

то в них начнёт наводиться ЭДС, величина которой будет зависеть от скорости вращения якоря и величины магнитного потока:

#### $E=c\Phi n$ , где

- с постоянная электрической машины (указана в паспорте двигателя),
- Ф магнитный поток,
- n число оборотов якоря.

Направление этой ЭДС будет определяться по правилу Правой руки, то есть, направление тока в якоре изменится на противоположное моторному режиму, при этом изменится направление выталкивающей силы. В результате возникнет тормозной момент на валу якоря, стремясь его остановить.

С уменьшением числа оборотов якоря будет пропорционально уменьшаться и выталкивающая сила (тормозной момент). Именно по этой причине при малых



скоростях движения вагона электротормоз малоэффективен и для полной его остановки необходимо включить электропневматический вентиль замещения электротормоза.

Выработанная генераторами вагона электроэнергия должна гаситься в пусковых тормозных и не выводимых (реостатным контроллером) резисторах, в противном случае возникнет аварийный режим (резко увеличится сила тока в цепи), что приведёт к выходу генераторов из строя.

Как известно, электрические машины обладают свойством обратимости, то есть, они могут работать, как в моторном, так и в генераторном режимах. Чтобы проиллюстрировать изменения, происходящие в электродвигателе при его переводе в генераторный режим, рассмотрим рисунок справа.

Зная, что в моторном и генераторном режимах направление магнитного потока в полюсах остаётся неизменным, располагаем обе руки ладонями вверх.

Учитывая, что направление вращения колёсных пар (а значит и якорей) в моторном и генераторном режимах не изменяется, соединяем оба больших пальца. В результате четыре пальца обеих рук оказались направлеными в противоположные стороны.

Это значит, что направление тока якоря в генераторном режиме изменилось на противоположное.

ЭДС генератора прямо пропорциональна скорости вращения якоря и величине магнитного потока



Рис. 25. Изменения, происходящие в электродвигателе при его переводе в генераторный режим

#### Е=сФп

#### 1.9. Самоиндукция

Изменяющийся по величине ток всегда создаёт изменяющееся магнитное поле, которое, в свою очередь, всегда индуктирует ЭДС. При всяком изменении тока в катушке (или вообще в проводнике) в ней самой индуктируется ЭДС самоиндукции, она зависит от скорости изменения тока. Чем больше скорость изменения тока, тем больше ЭДС самоиндукции.

Величина ЭДС самоиндукции зависит также от числа витков катушки и её размеров. Чем больше диаметр катушки и число её витков, тем больше ЭДС самоиндукции. Эта зависимость имеет большое значение в электротехнике.



Направление ЭДС самоиндукции определяет **Закон Ленца**, который позволяет сделать вывод, что

## ЭДС самоиндукции имеет всегда такое направление, при котором она препятствует изменению вызвавшего её тока.

Иначе говоря, убывание тока в катушке влечёт за собой появление ЭДС самоиндукции, направленной по направлению тока, т. е., препятствующей его убыванию. И, наоборот, - при возрастании тока в катушке возникает ЭДС самоиндукции, направленная против тока, т. е. препятствующая его возрастанию. Если ток в катушке не изменяется, то никакой ЭДС самоиндукции не возникает.

Явление самоиндукции особенно резко проявляется в цепи, содержащей в себе катушку со стальным сердечником, так как сталь значительно увеличивает магнитный поток катушки, а, следовательно, и величину ЭДС самоиндукции.

Продемонстрировать явление самоиндукции можно, проведя следующий эксперимент. Соберём электрическую цепь, состоящую из аккумулятора, разъединителя и двух параллельных цепей: в первой — лампочка и резистор, а во второй — лампочка и катушка, причём сопротивление обеих лампочек одинаковое, и сопротивление резистора и катушки также одинаково.

- 1. При включении разъединителя лампа Л1 загорится с задержкой, так как ЭДС самоиндукции катушки препятствует быстрому нарастанию тока в цепи лампы Л1 (рис. 26, 1a и 1б).
- 2. При отключении разъединителя обе лампы кратковременно вспыхнут, так как ЭДС самоиндукции катушки выше ЭДС батареи. Когда ЭДС самоиндукции иссякает, то обе лампы одновременно гаснут (рис. 26, 2а и 26).



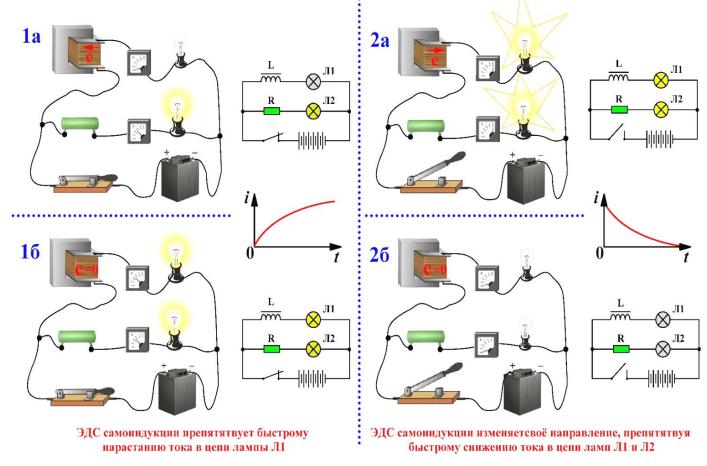


Рис. 26. Явление самоиндукции

Явление самоиндукции имеет как положительные, так и отрицательные свойства, причём, и те, и другие проявляются при работе аппаратов и электрических цепей подвижного состава метрополитена:

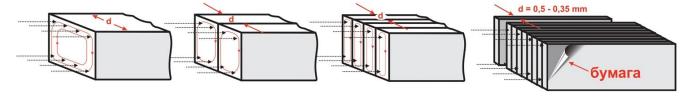
- обмоткам Индуктивный шунт, подключённый параллельно возбуждения электродвигателей, сглаживает колебания ТЯГОВЫХ высокого контактном рельсе (либо при напряжения на кратковременном токоприёмников). Индуктивность этого шунта сравнима с индуктивностью обмоток возбуждения, а его ЭДС направлена всегда против ЭДС ОВ ТЭД. Таким образом, при снижении или снятии высокого напряжения с контактного рельса ЭДС индуктивного шунта препятствует резкому снижению тока, повышении напряжения – препятствует нарастанию тока, что препятствует возникновению аварийного режима в силовой цепи и образованию кругового огня по коллектору электродвигателей.
- Если разомкнуть цепь, содержащую катушку большой индуктивностью, при размыкании контактов будет образовываться электрическая дуга, способная привести к разрушению коммутационного аппарата, поэтому в подобных случаях необходимо применять устройство дугогашения или (для низковольтных цепей) подключать параллельно контактам конденсатор.



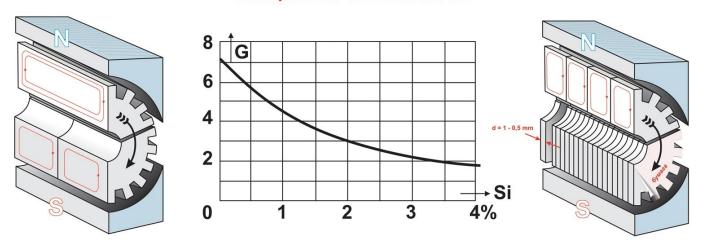
#### 1.10. Вихревые токи

При колебаниях напряжения в контактной сети изменяется магнитный поток в катушках подключённых электроаппаратов. Но изменяющийся магнитный поток способен индуктировать ЭДС самоиндукции не только в витках катушки, но и в массивных металлических проводниках. Пронизывая толщу массивного проводника, магнитный поток индуктирует в нем ЭДС, создающую индукционные токи. Эти, так называемые вихревые токи, распространяются по массивному проводнику и накоротко замыкаются в нем, вызывая перегрев и разрушение изоляции, что может привести к выходу аппарата из строя.

Сердечники катушек, якорей электродвигателей, трансформаторов, магнитопроводы различных электрических машин и аппаратов представляют те самые массивные проводники, которые нагреваются возникающими в них индукционными токами. Явление это крайне нежелательно, поэтому для уменьшения величины индукционных токов части электрических машин и сердечники якорей и обмоток возбуждения электродвигателей делают не цельнолитыми, а состоящими из тонких пластин, изолированных друг от друга бумагой или слоем изоляционного лака. Благодаря этому преграждается путь для распространения вихревых токов по телу проводника.



Для уменьшения потерь стальные сердечники и якоря электрических машин набирают из тонких листов



Добавление кремния (Si) уменьшает проводимость и потери в стали

Рис. 27. Уменьшение вихревых токов







Рис. 28. Наборный сердечник трансформатора

Вихревые токи также приводят к размагничиванию обмоток двигателя и способны вызвать электрическую коррозию, то есть, разрушение структуры металла.

В промышленности вихревые токи используют для плавки металла в индукционных тигельных печах. В тигель (полый керамический цилиндр) загружается металл для расплава, вокруг тигеля расположена обмотка индуктора в виде медной трубки, охлаждаемая водой. По медной трубке пропускается переменный ток средней частоты. В результате внутри тигеля возникают вихревые токи, которые расплавляют металл.

В бытовых условиях вихревые токи используются в индукционных кухонных электроплитах для нагрева сковородок и кастрюль, при этом они должны иметь (хотя бы) дно из магнито-проницаемого материала.

#### 1.11. Трехфазный ток

#### 1.11.1. Термины и определения

Трехфазная система переменного тока — это система, состоящая из трех электрических цепей с действующей электродвижущей силой (далее — ЭДС) одинаковой частоты.

Эти ЭДС сдвинуты друг относительно друга по фазе на 120 электрических градусов. Каждая отдельная электрическая цепь в трехфазной системе называется фазой. Вся система трех переменных токов, сдвинутых по фазе, называется трехфазным током. В трехфазной цепи все ЭДС имеют одинаковую амплитуду и частоту, но они сдвинуты друг относительно друга на 120°.



Существуют два основных соединения трехфазных цепей: соединение источника и приемника звездой, соединение источника и приемника треугольником.

Соединение обмоток трехфазного источника тока, при котором концы всех трех обмоток соединяются вместе, образуя общую точку, называется соединением звездой.

В трехфазной цепи при соединении звездой различают линейное и фазное напряжения.

Линейное напряжение — напряжение между двумя начальными выводами обмоток трехфазного источника, либо присоединенными к ним проводниками.

Фазное напряжение — напряжение между начальным выводом каждой обмотки и нейтралью трехфазного источника либо присоединенными к ним проводниками.

#### 1.11.2. Схема соединения в звезду

Звездой называется такое соединение, когда концы фаз обмоток генератора (на схеме обозначается латинской буквой G) соединяют в одну общую точку, называемую нейтральной точкой (на схеме обозначается латинской буковой N). Концы фаз обмоток потребителя (на схеме потребитель/двигатель обозначается латинской буквой M) также соединяют в общую точку.

Трёхфазная цепь, имеющая нейтральный провод, называется четырёхпроводной, при его отсутствии – трёхпроводной.

Когда сопротивления потребителя Za, Zb, Zc равны между собой, то такую нагрузку называют симметричной.

Напряжение между фазным проводом и нейтралью (обозначаются латинскими буквами Ua (UL1), Ub (UL2), Uc (UL3) называется фазным. Напряжение между двумя фазными проводами называется линейным (обозначаются латинскими буквами  $U_{AB}$  ( $U_{L1L2}$ ),  $U_{BC}$  ( $U_{L2L3}$ ),  $U_{CA}$  ( $U_{L3L1}$ ).

Для соединения обмоток звездой, при симметричной нагрузке, справедливо соотношение между линейными и фазными токами и напряжениями.

Линейное и фазное напряжения связаны между собой следующими отношениями:

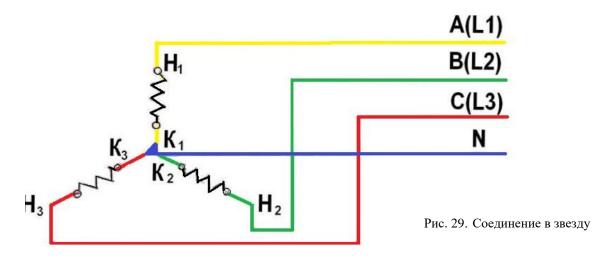
$$U_{JI} = \sqrt{3}U_{\Phi} \qquad \qquad U_{\Phi} = \frac{U_{JI}}{\sqrt{3}}$$

где:  $U_{\it Л}$  – линейное напряжение;

 $U_{\phi^-}$ фазное напряжение.

Общая точка соединенных в звезду обмоток генератора, трансформатора и другого электрооборудования называется нейтралью.





Нейтраль бывает глухозаземленной и изолированной, а трехфазные сети – соответственно с глухозаземленной и изолированной нейтралью.

**Глухозаземленная нейтраль** – нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная непосредственно к заземляющему устройству.

Глухозаземленным может быть также вывод источника однофазного переменного тока или полюс источника постоянного тока в двухпроводных сетях, а также средняя точка в трехпроводных сетях постоянного тока.

**Изолированная нейтраль** – нейтраль трансформатора или генератора, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через большое сопротивление приборов сигнализации, измерения, защиты и других аналогичных им устройств.

#### 1.11.2. Схема соединения в треугольник

Соединение треугольником – соединение, при котором начало каждой обмотки соединяется с концом другой обмотки.

Для соединения обмоток треугольником, при симметричной нагрузке, справедливо соотношение между линейными и фазными токами и напряжениями:

При соединении треугольником напряжение линейное равно напряжению фазному

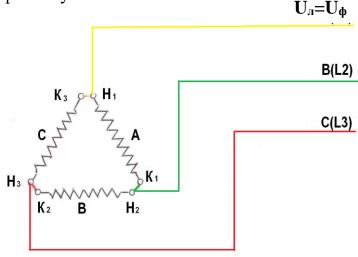


Рис. 30. Соединение в треугольник



## 2. ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Протекание тока через тело человека ведет к поражению человека электрическим током.

Поражение электрическим током – физиологическое повреждение в результате протекания электрического тока через тело человека или животного.

Различают следующие виды воздействия электрического тока на организм человека:

- термическое воздействие тока проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагреве до опасной температуры органов человека;
- электролитическое воздействие тока выражается в разложении органических жидкостей, содержащихся в теле человека, вызывая изменение их физико-химического состава;
- механическое воздействие тока проявляется в повреждении различных тканей организма, стенок кровеносных сосудов, сосудов легочной ткани в результате электродинамического эффекта;
- биологическое воздействие проявляется в негативном влиянии электрического тока на организм человека на клеточном уровне.

Опасным являются также вторичные поражающие факторы, например, падение с высоты.

Последствиями воздействия электрического тока на организм человека является получение им местных и общих электротравм.

К местным электротравмам относятся:

- ожоги они могут быть токовым и дуговым;
- электрические знаки это отвердевшие участки кожи круглой или овальной формы синевато-серого цвета; могут принимать форму токоведущей части, с которой произошло соприкосновение;
- электроофтальмия поражение органов зрения вследствие воздействия электрической дуги или других факторов;
- металлизация кожи попадание на кожу частиц металла вследствие контакта с токоведущей частью, как правило, особой опасности не представляет;
- механические повреждения как вследствие протекания тока через тело человека, так и вторичных поражающих факторов.

Общие электротравмы проявляются в виде электрического удара и их последствиями могут быть:

- электрошок, представляющий собой тяжелое расстройство функций организма вследствие воздействия на человека электрического тока;
- коматозное состояние (кома) крайне тяжелое, грозящее смертью состояние, характеризующееся нарушением всех функций организма;



• клиническая (внезапная) смерть, когда отсутствует сердечная и дыхательная деятельность, но в мозге еще не произошло необратимые изменения.

Степень опасности поражения человека электрическим током зависит от следующих факторов:

- величины (силы) тока, протекающего через тело человека;
- времени протекания тока; длительное протекание тока через тело человека приводит к самопроизвольному его возрастанию при неизменном прилагаемом напряжении в связи с разрушением кожного покрова и постепенном уменьшении его электрического сопротивления;
- пути протекания тока наибольшую опасность представляет ток, протекающий через область сердца;
  - рода и частоты тока;
  - условий окружающей среды;
- индивидуальных свойств человека величины электрического сопротивления тела человека. Величины сопротивления тела человека, в основном, определяется сопротивлением кожи. Если кожа сухая, чистая и не имеет повреждений, то при напряжении 15-20В сопротивление тела человека находится в пределах от 3 до 10 кОм. Минимальное сопротивление тела человека принимается в среднем равным 1000 Ом (1 кОм). Сопротивление внутренних тканей при напряжении 15-20В составляет 300-500 Ом.

Самое низкое сопротивление имеют головной и спинной мозг.

Убивает ток (людей с кардиостимуляторами и т.п. - не только ток). Любой ощутимый ток проходящий через Вас в течение достаточно длительного времени убьет Вас. Поэтому сперва приведем примерные времена допустимого воздействия электрического тока в зависимости от напряжения на человека (по ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ «Предельно допустимые величины напряжений и токов. Электробезопасность»).

*Таблица 1.* Время допустимого воздействия электрического тока в зависимости от напряжения на человека

Допустимое время действия, сек	длительно	До 30	1	0,5	0,2	0,1
Величина тока, мА	1	6	50	100	250	500
Величина напряжения, В	6	36	50	100	250	500

Теперь небольшие пояснения:

• **ощутимый ток** — ток, вызывающий при прохождении через организм ощутимые раздражения



- **неотпускающий ток** ток, вызывающий при прохождении через человека непреодолимые судорожные сокращения мышц руки, в которой зажат проводник (самому разжать руки невозможно)
- фибрилляционный ток ток, вызывающий при прохождении через организм фибрилляцию сердца (мышцы сокращаются разрозненно и нескоординированно, вследствие чего сердце теряет способность совершать согласованные сокращения)

*Таблица 2.* Поражающее воздействие постоянного и переменного тока в зависимости от напряжения

Поражающее воздействие постоянного (DC) и переменного (AC) тока в зависимости от напряжения.						
Напряжение < 500 B	поражения постоянным током меньше, чем переменным той же величины, якобы напряжение 120В постоянного тока при одинаковых условиях эквивалентно по опасности напряжению 40В переменного тока промышленной частоты (50Гц)					
Напряжение > 500 B	различий в воздействии постоянного и переменного токов практически не наблюдаются					
Влияние	Влияние частоты на поражающее воздействие переменного тока (для диапазона напряжений 0-500B)					
50 Гц - промышленная частота в РФ	самыми неблагоприятными для человека являются токи промышленной частоты.					
50 Гц - 0 Гц	с уменьшением частоты значения силы неотпускающего тока возрастает. При частоте, равной нулю (постоянный ток), они становятся больше примерно в три раза значений для 50 Гц					
50 Гц -100 Гц	значения фибрилляционного тока при этих частотах равны.					
200 Гц	фибрилляционный ток возрастает примерно в 2 раза по сравнению с диапазоном 50-100 Гц					
400 Гц	фибрилляционный ток возрастает примерно в 3,5 раза по сравнению с диапазоном 50-100 Гц					

Таблица 3. Поражающее действие силы тока для сети 220/380В 50Гц

Значение силы	Характер і	Общее название для		
тока, мА	Переменный ток 50 Гц	Постоянный ток	воздействия тока	
0,6-1,6	Начало ощущения – слабый зуд, пощипывание кожи под электродами	Не ощущается.	Неощущаемые токи (0,6 – 1,6мA)	
2-4	Ощущение тока распространяется и на запястье руки, слегка сводит руку.	Не ощущается.	Ощущаемые токи (3мА)	



Значение силы	Характер	Общее название для	
тока, мА	Переменный ток 50 Гц	Постоянный ток	воздействия тока
5-7	Болевые ощущения усиливаются во всей кисти руки, сопровождаются судорогами; слабые боли ощущаются во всей руке, вплоть до предплечья. Руки, как правило, можно оторвать от электродов.	-	Отпускающие токи (6мА)
8-10	Сильные боли и судороги во всей руке, включая предплечье. Руки трудно, но в большинстве случаев еще можно оторвать от электродов.	_	
10-15	Едва переносимые боли во всей руке. Во многих случаях руки невозможно оторвать от электродов. С увеличением продолжительности протекание тока боли усиливаются.	ощущения нагрева как под электродами, так и	Неотпускающие токи (10-15мА)
20-25	мгновенно, оторваться от электродов невозможно.	Еще большее усиление ощущения нагрева кожи, возникновение ощущения внутреннего нагрева. Незначительные сокращения мышц рук.	
25-50	1 ·	нагрева, боли и судороги в руках. При	Удушающие токи (25-50мА)
50-80	нарушается работа сердца. При длительном протекании тока может наступить	сильного поверхностного и	



Значение силы	Характер воздействия		Общее название для
тока, мА	Переменный ток 50 Гц	Постоянный ток	воздействия тока
		из-за сильных болей при нарушении контакта.	
100	Фибрилляция сердца через 2-3 с; еще через несколько секунд - паралич сердца.	_	_
300	То же действие за меньшее время.	Фибрилляция сердца через 2-3 с; еще через несколько секунд - паралич дыхания.	
более 5000 (5А)	Дыхание парализуется немедленно — через доли секунды. Фибрилляция сердца, как правило, не наступает; возможна временная остановка сердца в период протекания тока. При длительном протекании тока (несколько секунд) тяжелые ожоги, разрушения тканей.		(5А и выше)

## 3. ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Инструкция (далее — Инструкция первой помощи) разработана по техническому заданию Департамента условий и охраны труда Министерства труда и социального развития Российской Федерации. Инструкция утверждена Департаментом научно-исследовательских и образовательных медицинских учреждений Министерства здравоохранения РФ и рекомендована для подготовки граждан, не имеющих медицинского образования<sup>2</sup>, но обязанных уметь оказывать первую неотложную медицинскую помощь.<sup>3</sup>

В 2007г. доработана в соответствии с новыми нормативными документами.

Каждый работник, работающий с электроустановками, имеющий группу по электробезопасности, начиная со второй, должен знать настоящую инструкцию первой помощи, обязан знать ее содержание и уметь применять при необходимости в любой обстановке. Знание инструкции первой помощи и навыки ее применения подтверждается экзаменом.

#### 3.1. Универсальная схема оказания первой помощи на месте происшествия

## I. Если нет сознания и нет пульса на сонной артерии – ПРИСТУПИТЬ К РЕАНИМАЦИИ

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Межотраслевая инструкция по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве. ЭНАС: М, 2009.



\_

 $<sup>^{2}</sup>$  Письмо от 28.03.1999 N16-16/68 Министерство здравоохранения РФ.

#### **II.** Если нет сознания, но есть пульс на сонной артерии – ПОВЕРНУТЬ НА ЖИВОТ И ОЧИСТИТЬ РОТОВУЮ ПОЛОСТЬ

III. При артериальном кровотечении – НАЛОЖИТЬ ЖГУТ

> IV. При наличии ран – НАЛОЖИТЬ ПОВЯЗКИ

- V. Если есть признаки переломов костей конечностей НАЛОЖИТЬ ТРАНСПОРТНЫЕ ШИНЫ
- 3.2. Признаки внезапной (клинической смерти)
  - I. ОТСУТСТВИЕ СОЗНАНИЯ.
  - **II.** НЕТ РЕАКЦИИ ЗРАЧКОВ НА СВЕТ.
  - III. НЕТ ПУЛЬСА НА СОННОЙ АРТЕРИИ
    - 3.3. Признаки биологической смерти
- I. Высыхание роговицы глаза (появление «селедочного блеска»).
- **II.** Деформация зрачка при осторожном сжатии глазного яблока пальцами.
- III. Появление трупных пятен *Проведение реанимации бессмысленно*
- 3.4. Реанимация «Если нет сознания и нет пульса на сонной артерии»
  - I. Убедиться в отсутствии пульса на сонной артерии. Нельзя терять время на определение признаков дыхания!
- **II.Освободить грудную клетку от одежды и расстегнуть поясной ремень. Нельзя наносить удар по грудине и проводить непрямой массаж сердца, не освободив грудную клетку и не расстегнув поясной ремень**

III. Прикрыть двумя пальцами мечевидный отросток Нельзя наносить удар по мечевидному отростку или в область ключии!

IV. Нанести удар кулаком по грудине. Проверить пульс, если пульса нет, то перейти к следующей позиции.

Нельзя наносить удар при наличии пульса на сонной артерии!



- 3.5. Реанимация «Если нет сознания, но есть пульс на сонной артерии» ё
- I. Убедится в наличии пульса на сонной артерии и завести руку пострадавшего за голову. Одной рукой взяться за дальнее от себя плечо, а другой за поясной ремень или пояс одежды
  - II. Повернуть пострадавшего грудью к себе на колени и очистить пальцами или салфеткой ротовую полость
  - III. Уложить пострадавшего на живот и приложить холод к голове. НЕЛЬЗЯ ОСТАВЛЯТЬ ЧЕЛОВЕКА В СОСТОЯНИИ КОМЫ ЛЕЖАЩИМ НА СПИНЕ!

VI. Сделать «Вдох» искусственного дыхания.

Зажать нос, захватив подбородок, запрокинуть голову пострадавшего и сделать максимальный выдох ему в рот (желательно через марлю, салфетку или маску «рот в рот»).

Если проведение искусственного дыхания способом «рот в рот» представляет угрозу для жизни и здоровья спасателя (отравление ядовитыми газами или инфицирование), то можно ограничиться только проведением непрямого массажа сердиа.

VII. Выполнять комплекс реанимации либо до появления самостоятельной сердечной деятельности, либо до прибытия медицинских работников, либо до появления признаков биологической смерти.

Оптимальное соотношение надавливаний на грудную клетку и вдохов искусственной вентиляции легких — 30:2

Правила выполнения: для быстрого возврата крови к сердцу — приподнять ноги пострадавшего; для сохранения жизни головного мозга — приложить холод к голове; для удаления воздуха из желудка — повернуть пострадавшего на живот и надавить кулаками ниже пупка. При сужении зрачков, но отсутствии сердцебиения реанимацию нужно проводить до прибытия медперсонала.

VIII. Организовать действия партнеров НЕЛЬЗЯ РАСПОЛАГАТЬСЯ СПАСАТЕЛЯМ ДРУГ НАПРОТИВ



#### 3.6. Реанимация «Артериальное и венозное кровотечение»

#### Артериальное кровотечение

- I. Поврежденную артерию немедленно прижать к проходящей рядом с ней кости, чтобы временно остановить кровь.
- **II.** Если кровь продолжает течь, то наложить на артерию выше раны резиновый или самодельный жгут.
  - **III. Оставить записку, указывающую время наложения жгута.** *Жгут можно держать до получаса в зимнее время и до часа в летнее.*

IV. Перевязать рану.

V. После оказания помощи пострадавшего следует немедленно доставить в медицинское учреждение.

#### Венозное кровотечение

- І. Влажной тканью очистить кожу в направлении от раны.
- II. Глубокое повреждение закрыть стерильным тампоном. III. Наложить тугую давящую повязку.
- IV. Приподнять конечность и оставить ее в таком положении.
- V. После оказания помощи пострадавшего следует немедленно доставить



### 3.7. Реанимация «Наличие ран»

#### В случаях опасных кровотечений из РАН ШЕИ

I. УСАДИТЬ пострадавшего и прижать рану пальцем. Приложить под палец многослойную ткань или валик из бинта для герметизации раны. II. ПРИЖАТЬ валик из бинта к ране с помощью жгута. Наложенный на шею жгут можно снимать только по распоряжению

#### В случаях опасных кровотечений из РАН ГОЛОВЫ

I. УСАДИТЬ или уложить пострадавшего и прижать к ране сложенную в несколько слоев чистую ткань (носовой платок, салфетку) или бинт.
 II. ЗАФИКСИРОВАТЬ бинт шапкой-ушанкой, косынкой или платком. НЕЛЬЗЯ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ПАЛЬЦЕВОЕ ПРИЖАТИЕ ПРИ АРТЕРИАЛЬНОМ КРОВОТЕЧЕНИИ. ОСОБЕННО В ОБЛАСТИ

#### В случаях опасных кровотечений из РАН РУКИ

- **I.** УСАДИТЬ пострадавшего и пережать рукой плечевую артерию выше раны.
  - II. НАЛОЖИТЬ жгут на поднятую вверх руку и убедиться в исчезновении пульса на лучевой артерии.
  - III. НАЛОЖИТЬ на рану стерильную повязку. Вложить записку о времени наложения жгута и еще раз убедиться в отсутствии пульса. IV. ПРЕДЛОЖТЬ 2-3 таблетки анальгина при отсутствии аллергии на лекарства. Зафиксировать руку косынкой или бинтовой повязкой. Внимание! В случае посинения руки жгут следует немедленно снять и

## В случаях опасных кровотечений из РАН НОГИ

- I. ПРИЖАТЬ бедренную артерию кулаком чуть ниже паховой складки. II. НАЛОЖИТЬ жгут на бедро через гладкий твердый предмет, например, скатку бинта, и вложить записку с указанием времени наложения жгута.
- III. ПРЕДЛОЖИТЬ 2-3 таблетки анальгина при отсутствии аллергии на лекарства.

Запрещается промывать рану водой.
Запрещается вливать в рану спиртовые или любые другие растворы.
Недопустимо извлекать из раны инородные предметы в месте происшествия!



### 3.8. Реанимация «Признаки переломов костей конечностей

- **I.** Если человек находится без признаков жизни принять меры по реанимации и только потом оказывать помощь при переломе.
- **II. Принять меры по остановке кровотечения, если оно имеется.**
- III. Стараться не менять положение тела и конечностей пострадавшего, особенно при подозрении н перелом позвоночника.
- IV. Зафиксировать конечность с помощью складных шин или подручных средств. Предмет накладывают с двух сторон поврежденной конечности, фиксируют с помощью бинта на всем протяжении, кроме перелома. Если перелом открытый сначала обрабатывают рану, накладывают стерильную или чистую повязку и только потом приступают к шинированию.
  - V. При перевозке пострадавшего в медучреждение нужно обеспечить правильное положение тела: при переломе ног больного перевозят в положении «лежа», при переломе руки допускается транспортировка сидя.

## 3.9. Реанимация «Признаки обморока и комы»

Признаки обморока: кратковременная потеря сознания (не более 3-4 минут), потере сознания предшествуют резкая слабость, головокружение, звон в ушах и потемнение в глазах.

- **І. Убедится в наличии пульса на сонной артерии.** Если нет пульса на сонной артерии приступить к комплексу реанимации.
- II. Если есть пульс на сонной артерии освободить грудную клетку от одежды и расстегнуть поясной ремень.

Приподнять ноги (примерно на 30 см от пола).

- III. Надавить на болевую точку, расположенную между перегородкой носа и верхней губой.
  - IV. Если в течение 3 минут сознание не появилось повернуть пострадавшего на живот и приложить холод к голове.



- I. До освобождения конечности от сдавливания (если конечность придавлена более 15 минут) необходимо бережно освободить верхнюю часть плеча или бедра для подведения жгута, наложить на сдавленную конечность защитный жгут выше места сдавливания, обложить конечность пакетами со льдом, снегом или холодной водой, дать 2-3 таблетки анальгина, дать обильное теплое питье, освободить от груза остальную мышечную массу (под жгутом!).
- II. <u>После освобождения конечности от сдавливания</u> необходимо туго забинтовать поврежденную конечность от жгута вниз, осторожно снять жгут, наложить шины, повторно приложить холод к поврежденной конечности.

НЕЛЬЗЯ ОСВОБОЖДАТЬ СДАВЛЕННЫЕ КОНЕЧНСТИ ДО НАЛОЖЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ЖГУТОВ И ПРИЕМА ПОСТРАДАВШИМ БОЛЬШОГО КОЛИЧЕСТВА ЖИДКОСТИ, СОГРЕВАТЬ ПРИДАВЛЕННУЮ КОНЕЧНОСТЬ!

# 3.11. Схема действий при химических, термических ожогах и в случаях отравления ядовитыми газами

#### В случаях отравления ядовитыми газами

- І. Вынести пострадавшего на свежий воздух.
- **II.** В случае отсутствия сознания и пульса на сонной артерии приступить к комплексу реанимации.
- III. С случае потери сознания более 4 минут повернуть на живот и приложить к голове холод.
- IV. Во всех случаях вызвать «Скорую помощь». НЕДОПУСТИМО ПРОВОДИТЬ ИСКУССТВЕННОЕ ДЫХАНИЕ ИЗО РТА В РОТ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ МАСОК, ЗАЩИЩАЮЩИХ СПСАТЕЛЯ ОТ ВЫДОХ ПОСТРАДАВШЕГО

#### В случаях химических ожогов кожи

І. При поражениях любой агрессивной жидкостью (кислотой, щелочью, растворителем, спецтопливом, маслами и т.п.) - промывать под струей холодной воды до прибытия «Скорой помощи». НЕДОПУСТИМО ИСПОЛЬЗОВАТЬ СИЛЬНОДЕЙСТВУЮЩИЕ И КОНЦЕНТРИРОВАННЫЕ РАСТВОРЫ КИСЛОТ И ЩЕЛОЧЕЙ ДЛЯ РЕАКПИИ НЕЙТРАЛИЗАПИИ НА КОЖЕ ПОСТРАЛАВШЕГО!

#### В случаях термических ожогов

- I. Обработка ожога без нарушения целостности ожоговых пузырей подставить под струю холодной воды на 10-15 минут и/или приложить холод на 20-30 минут. Нельзя смазывать обожженную поверхность маслами и жирами!
- II. Обработка ожога с нарушениями целостности ожоговых пузырей и кожи накрыть сухой чистой ткань, поверх сухой ткани приложить холод. Запрещается промывать водой и бинтовать обожженную поверхность.

#### 3.12. Схема действий при ожогах глаз или век

- **I. РАЗДВИНУТЬ осторожно веки пальцами и подставить под струю** холодной воды.
- **II. ПРОМЫТЬ** глаз под струей холодной воды так, чтобы она стекла от носа кнаружи

НЕДОПУСТИМО ПРИМЕНЯТЬ НЕЙТРАЛИЗУЮЩИУЮ ЖИДКОСТЬ ПРИ ПОПАДАНИИ В ГЛАЗА ЕДКИХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ (КИСЛОТА - ЩЕЛОЧЬ!)

## 3.13. Схема действий в случае укуса змей и ядовитых насекомых

#### І. Удалить жало из ранки.

**II.** Приложить холод к месту укуса. Наложить повязку.

III. Закапать 5-6 капель галазолина или санорина в нос и ранку укуса.

IV. При укусах в руку или ногу обязательно наложить шину.

V. Давать обильное и желательно сладкое питье.

VI. Тщательно следить за состоянием больного до прибытия врача. При потере сознания – повернуть на живот, при остановке сердца и дыхания – приступить к реанимации.

НЕДОПУСТИМО ПРИ ПОТЕРЕ СОЗНАНИЯ ОСТАВЛЯТЬ БОЛЬНОГО ЛЕЖАТЬ НА СПИНЕ. ИСПОЛЬЗОВАТЬ ГРЕЛКУ ИЛИ СОГРЕВАЮЩИЕ КОМРЕССЫ!



#### 3.14. Схема действий при обморожении

- І. Как можно скорее доставить пострадавшего в теплое помещение.
  - II. Снять с обмороженных конечностей одежду и обувь.
- III. Немедленно укрыть поврежденные конечности от внешнего тепла теплоизолирующей повязкой с большим количеством ваты или одеялами и теплой одеждой.

IV. Дать обильное питье.

V. Дать 1-2 таблетки анальгина. Предложить малые дозы алкоголя. VI. Обязательно вызвать скорую помощь.

НЕДОПУСТИМО РАСТИРАТЬ ОБМОРОЖЕННУЮ КОЖУ, ПОМЕЩАТЬ ОБМОРОЖЕННЫЕ КОНЕЧНОСТИ В ТЕПЛУЮ ВОДУ

### 3.15. Порядок действий при падении с высоты

## **I.** ОЦЕНИТЬ состояние пострадавшего. Вынужденная поза «лягушки» - это верный признак крайне опасных повреждений.

К ним относятся переломы костей таза и повреждения тазобедренных суставов, переломы бедренных костей, повреждения позвоночника, разрывы внутренних органов и внутренние кровотечения.

НЕЛЬЗЯ ПЕРЕМЕЩАТЬ ПОСТРАДАВШЕГО, СНИМАТЬ С НЕГО ОДЕЖДУ ИЛИ ПОЗВОЛЯТЬ ЕМУ ШЕВЕЛИТЬСЯ!

**II.** ПЕРЕЛОЖИТЬ пострадавшего на ковшовые носилки. **III.** ОПУСТИТЬ пострадавшего на вакуумный матрас.

НЕЛЬЗЯ ОСТАВЛЯТЬ ЛЕЖАТЬ ПОСТРАДАВШЕГО НА МЕТАЛИЧЕСКИХ НОСИЛКАХ БОЛЕЕ 10-15 МИНУТ

IV. ЗАФИКСИРОВАТЬ. Необходимо постоянно контролировать состояние пострадавшего.

НЕЛЬЗЯ ДОПУСКАТЬ РЕЗКИЕ И ГРУБЫЕ ДВИЖЕНИЯ!



#### І. Обесточить пострадавшего.

**II.** При отсутствии пульса на сонной артерии – нанести удар кулаком по грудине и приступить к реанимации.

III. При коме – повернуть на живот.

IV. При электрических ожогах и ранах – наложить повязки. При переломах костей конечностей – шины.

V. Вызвать «Скорую помощь».

НЕДОПУСТИМО ПРИКАСАТЬСЯ К ПОСТРАДАВШЕМУ БЕЗ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОБЕСТОЧИВАНИЯ! ПРЕКРАЩАТЬ РЕАНИМАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ДО ПОЯВЛЕНИЯ ПРИЗНАКОВ БИЛОГИЧЕСКОЙ СМЕРТИ!

## 3.17. Порядок действий при поражении электрическим током

**I.** В радиусе **8 метров** от места касания земли электрическим проводом можно попасть под **«шаговое»** напряжение.

II. 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

## 4. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

# 4.1. Подготовка электротехнического (электротехнологического) персонала к эксплуатации электроустановок

Персонал предприятия, обслуживающий электроустановки, электротехнологическое оборудование, передвижные и переносные электроприемники, ручной электроинструмент, а также выполняющий работы, при которых может возникнуть опасность поражения электрическим током, подразделяется на 3 группы:

- электротехнический персонал,
- электротехнологический персонал,



#### 4.1.1. Электротехнический персонал

**Персонал электротехнический** — административно—технический, оперативный, оперативно—ремонтный, ремонтный персонал, организующий и осуществляющий монтаж, наладку, техническое обслуживание, ремонт, управление режимом работы электроустановок.

**Персонал административно-технический** – руководители и специалисты, на которых возложены обязанности по организации технического и оперативного обслуживания, проведения ремонтных, монтажных и наладочных работ в электроустановках.

**Персонал оперативный** — персонал, осуществляющий оперативное управление и обслуживание электроустановок (осмотр, оперативные переключения, подготовку рабочего места, допуск и надзор за работающими, выполнение работ в порядке текущей эксплуатации).

**Персонал оперативно-ремонтный** — ремонтный персонал, специально обученный и подготовленный для оперативного обслуживания в утвержденном объеме закрепленных за ним электроустановок.

**Персонал ремонтный** — персонал, обеспечивающий техническое обслуживание и ремонт, монтаж, наладку и испытание оборудования.

Эксплуатацию электроустановок должен осуществлять подготовленный электротехнический персонал. Формы работы с персоналом приведены в таблице.

Таблииа 4. Формы работы с персоналом

Тиомици т. формы рассты с персог	Категории персонала		
Форма работы с персоналом	оперативный	оперативно- ремонтный	ремонтный
Вводный инструктаж			
Первичный на рабочем месте			
Повторный			
Внеплановый			
Целевой			
Инструктаж по пожарной безопасности			
Стажировка (от 2 до 14 рабочих смен)			
Проверка знаний правил по охране труда, ПТЭЭП, др.			
Дублирование (от 2 до 12 рабочих смен)			
Специальная подготовка*			
Контрольные противоаварийные и противоаварийные тренировки*			



Профессиональное дополнительное		
образование для непрерывного		
повышения квалификации*		

\*C административно-техническим персоналом, имеющим право оперативного, оперативно-ремонтного или ремонтного персонала, помимо указанных форм работы, должны проводиться виды предусмотренные для оперативного, оперативно-ремонтного или ремонтного персонала.

Обязательные формы работы с оперативным и оперативно-ремонтным персоналом:

- вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой инструктаж по охране труда, а также инструктаж по пожарной безопасности;
- подготовка по новой должности или профессии с обучением на рабочем месте (стажировка, производственное обучение);
- проверка знаний правил по охране труда, правил технической эксплуатации электроустановок, правил пожарной безопасности и других нормативных документов;
  - дублирование;
  - контрольные противоаварийные и противопожарные тренировки\*;
  - специальная подготовка\*;
- профессиональное дополнительное образование для непрерывного повышения квалификации\*.

## 4.1.2. Электротехнологический персонал

Персонал электротехнологический — персонал, у которого в управляемом им технологическом процессе основной составляющей является электрическая энергия (например, электросварка, электродуговые печи, электролиз и т.д.), использующий в работе ручные электрические машины, переносной электроинструмент и светильники, и другие работники, для которых должностной инструкцией или инструкцией по охране труда установлено знание правил безопасности при эксплуатации электроустановок (где требуется ІІ или более высокая группа по электробезопасности).

Обслуживание электротехнологических установок, ручных электрических машин, переносных и передвижных электроприемников, переносного электроинструмента должен осуществлять электротехнологический персонал. Он должен иметь достаточные навыки и знания для безопасного выполнения работ и технического обслуживания закрепленной за ним установки.

Электротехнологический персонал производственных цехов и участков, не входящих в состав энергослужбы Потребителя, осуществляющий эксплуатацию электротехнологических установок и имеющий группу по

электробезопасности II и выше в своих правах и обязанностях приравнивается к электротехническому; в техническом отношении он подчиняется энергослужбе Потребителя.

Перечень должностей и профессий электротехнического и электротехнологического персонала, которым необходимо иметь соответствующую группу по электробезопасности, утверждает руководитель Потребителя.

#### 4.1.3. Неэлектротехнический персонал

**Неэлектротехнический персонал** — персонал, не попадающий под определение «электротехнического» и «электротехнологического» персонала.

Неэлектротехническому персоналу, выполняющему работы, при которых может возникнуть опасность поражения электрическим током, присваивается группа I по электробезопасности. Перечень должностей и профессий, требующих присвоения персоналу I группы по электробезопасности, определяет руководитель Потребителя.

Персоналу, усвоившему требования по электробезопасности, относящиеся к его производственной деятельности, присваивается группа I с оформлением в Журнале установленной формы; удостоверение не выдается.

Присвоение группы I производится путем проведения инструктажа, который, как правило, должен завершаться проверкой знаний в форме устного опроса и (при необходимости) проверкой приобретенных навыков и безопасных способов работы или оказания первой помощи при поражении электрическим током.

Присвоение I группы по электробезопасности проводит работник из числа Потребителя электротехнического персонала данного группой Ш (как электробезопасности правило, работник не ниже ИЗ числа административно-технического персонала с группой IV или V).

Присвоение I группы по электробезопасности проводится с периодичностью не реже 1 раза в год.

К неэлектротехническому персоналу относят специалистов по охране труда, если они не инспектируют электроустановку.

Таким специалистам по охране труда присваивается 1 группа по электробезопасности.

## 4.1.4. Специалисты по охране труда с правом инспектирования электроустановок

Основная обязанность специалиста по охране труда в организации – контролировать выполнение требований законодательства в области охраны



труда. К ним относятся в том числе Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. <sup>4</sup>

При наличии на предприятии электроустановок, у специалиста по охране труда должна быть IV группа с правом инспектирования электроустановок.

Также специалист по охране труда может быть членом комиссии по проверке знаний электротехнического персонала. Для этого ему должна быть присвоена IV группа по электробезопасности в комиссии Ростехнадзора (как инспектирующему персоналу).

Инспектирование электроустановок (далее – ЭУ) входит в обязанности специалистов по охране труда. К основным контрольным мероприятиям при эксплуатации ЭУ относятся:

- ✓ визуальное наблюдение, осмотр ЭУ;
- ✓ проверка нормативной, проектной, эксплуатационной документации (например, отчеты по проведению измерений сопротивлений изоляции, журналы регистрации обходов и осмотров действующего оборудования, удостоверения о присвоении группы по ЭБ и т.п.);
- ✓ контроль за наличием и качеством средств индивидуальной и коллективной защиты, знаков и плакатов безопасности;
- ✓ постоянный контроль за исполнением правил ЭБ на разных этапах работы,
- ✓ отслеживание соблюдения правил ОТ, производственной санитарии, гигиены, пожарной безопасности;

Специалист охраны труда с правом инспектирования ЭУ имеет персональный доступ к помещениям с электроустановками и самим установкам в любое время.

Также у него есть право выдачи Предписаний о нарушении охраны труда, обязательные к исполнению. Он имеет право останавливать работы и удалять персонал с опасного участка.

## 4.2. Порядок подготовки электротехнического (электротехнологического) персонала

Первичная проверка знаний с присвоением группы I по электробезопасности
Обучение по 72 – часовой программе для получения II группы по ЭБ
Стажировка (производственное обучение) От 2 до 14 рабочих смен
Дублирование от 2 до 12 рабочих смен (по условиям профессии, должности)

 $<sup>^4</sup>$  Письмо от 28.03.1999 N16-16/68 Министерство здравоохранения РФ.



46

#### Проверка знаний

по Охране труда, технологическим и иным инструкциям, при наличии действующей группы по ЭБ – подтверждение группы электробезопасности

**Допуск к самостоятельной работе** (на основании ОРД - приказа, распоряжения)

#### Внеочередная проверка знаний,

присвоение вышестоящей группы по электробезопасности (III, IV или V)

#### Специальная подготовка

для отдельных категорий работников

**Противоаварийная и противопожарная тренировки** по графику, утвержденным руководителем подразделения

Профессиональное дополнительное образование для непрерывного повышения квалификации (ПТЭЭП не реже 1 раз в 5 лет)

Работники, принимаемые для выполнения работ в электроустановках, должны иметь профессиональную подготовку, соответствующую характеру работы. При отсутствии профессиональной подготовки такие работники (до допуска к самостоятельной работе) должны быть обучены в специализированных центрах подготовки персонала (учебных комбинатах, учебно – тренировочных центрах и т.п.).

К работе в электроустановках допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний по состоянию здоровья для данной работы.

Электротехнический персонал до назначения на самостоятельную работу или при переходе на другую работу (должность), связанную с эксплуатацией электроустановок, а также при перерыве в работе в качестве электротехнического персонала свыше 1 года обязан пройти стажировку (производственное обучение) на рабочем месте.

Стажировку проходят работники из числа оперативного, оперативноремонтного и ремонтного персонала, а также работники из числа административно - технического персонала, имеющие право оперативного, оперативно – ремонтного или ремонтного персонала.

Стажировка — обучение персонала на рабочем месте под руководством ответственного лица после теоретической подготовки или одновременно с ней в целях практического овладения специальностью, адаптации к объектам обслуживания и управления.

Стажировка проводится под руководством наставника по стажировке обучающего работника в соответствии с утвержденной программой. **Продолжительность стажировки должна быть от 2 до 14 смен**. В каждом



конкретном случае она устанавливается индивидуально в зависимости от уровня профессионального образования, опыта работы, профессии обучаемого.

Допуск к стажировке оформляется организационно-распорядительным документом (далее – ОРД) руководителя Потребителя или структурного подразделения. В документе указываются календарные сроки стажировки и фамилии работников, ответственных за ее проведение.

#### В процессе стажировки работник должен:

- усвоить требования правил технологических инструкций, охраны труда, пожарной безопасности на рабочем месте;
- приобрести необходимые практические навыки в выполнении производственных операций;
- изучить приемы и условия безаварийной, безопасной и экономичной эксплуатации обслуживаемого оборудования.

Руководитель Потребителя или структурного подразделения может освобождать от стажировки работника, имеющего стаж по специальности не менее 3 лет, переходящего из одного цеха в другой, если характер его работы и тип оборудования, на котором он работал ранее, не меняется.

Дублирование — управление электроустановкой и несение других функций на рабочем месте дежурного, выполняемые под наблюдением и с разрешения ответственного руководителя. Допуск к дублированию оперативного и оперативно-ремонтного персонала, а также административно-технического персонала, если ему предоставляется право оперативного или оперативноремонтного персонала, оформляется ОРД по соответствующему подразделению Потребителя. Продолжительность дублирования — от 2 до 12 рабочих смен. Для конкретного работника она устанавливается решением комиссии по проверке знаний в зависимости от уровня его профессиональной подготовки, стажа и опыта работы.

## В процессе дублирования работник должен:

- 1. Обучаемый работник (дублер) может производить оперативные переключения, осмотры и другие работы в электроустановках только с разрешения и под надзором обучающего: ответственность за правильность действий обучаемого (дублера) и соблюдение им правил несут как сам дублер, так и обучающий его работник (наставник).
- 2. Обучаемый работник (дублер) должен принять участие в контрольных противоаварийных и противопожарных тренировках с оценкой результатов и оформлением в соответствующих журналах.

Количество тренировок и их тематика определяются программой подготовки дублера.

Если за время дублирования обучаемый работник (дублер) не приобрел достаточных производственных навыков или получил неудовлетворительную



оценку по противоаварийной тренировке, то допускается продление его дублирования на срок от 2 до 12 рабочих смен, и дополнительное проведение контрольных противоаварийных тренировок. Продление дублирования оформляется соответствующим документом ОРД Потребителя.

Если в период дублирования будет установлена профессиональная непригодность обучаемого работника к данной деятельности, он снимается с подготовки.

Допуск к самостоятельной работе для оперативного, оперативно – ремонтного персонала оформляется ОРД (как правило, приказом) руководителя Потребителя.

Электротехнический персонал до допуска к самостоятельной работе должен быть обучен:

- 1. Приемам оказания первой помощи при несчастных случаях (при первичной проверке на II гр по ЭБ),
- 2. Приемам освобождения пострадавшего от действия электрического тока (при подтверждении III, IV, V групп по ЭБ).

#### 4.3. Порядок проверки знаний работников

**Проверка знаний работников** подразделяется на первичную и периодическую (очередную и внеочередную).

**Первичная проверка знаний** проводится у работников, впервые поступивших на работу, связанную с обслуживанием электроустановок, или при перерыве в проверке знаний более 3-х лет.

Очередная проверка должна производиться в следующие сроки:

- для электротехнического персонала, непосредственно организующего и проводящего работы по обслуживанию действующих электроустановок или выполняющего в них наладочные, электромонтажные, ремонтные работы или профилактические испытания, а также для персонала, имеющего право выдачи нарядов, распоряжений, ведения оперативных переговоров, 1 раз в год;
- для административно-технического персонала, не относящегося к предыдущей группе, а также для специалистов по охране труда, допущенных к инспектированию электроустановок, 1 раз в 3 года.

Время следующей проверки устанавливается в соответствии с датой последней проверки знаний.

**Внеочередная проверка знаний** проводится независимо от срока проведения предыдущей проверки:

1) при введении в действие у Потребителя новых или переработанных норм и правил;



- 2) при установке нового оборудования, реконструкции или изменении главных электрических и технологических схем (необходимость внеочередной проверки в этом случае определяет технический руководитель);
- 3) при назначении или переводе на другую работу, если новые обязанности требуют дополнительных знаний норм и правил;
- 4) при нарушении работниками требований нормативных актов по охране труда;
- 5) по требованию органов государственного надзора;
- б) по заключению комиссий, расследовавших несчастные случаи с людьми или нарушения в работе энергетического объекта;
- 7) при повышении знаний на более высокую группу;
- 8) при проверке знаний после получения неудовлетворительной оценки;
- 9) при перерыве в работе в данной должности более 6 месяцев.

Объем знаний для внеочередной проверки и дату ее проведения определяет ответственный за электрохозяйство Потребителя с учетом требований настоящих Правил.

Внеочередная проверка, проводимая по требованию органов государственного надзора и контроля, а также после происшедших аварий, инцидентов и несчастных случаев, не отменяет сроков очередной проверки по графику и может проводиться в комиссии органов ГОСЭНЕРГОНАДЗОРа.

В случае внесения изменений и дополнений в действующие правила внеочередная проверка не проводится, а они доводятся до сведения работников с оформлением в журнале регистрации инструктажа на рабочем месте.

**Проверка знаний норм и правил работы** в электроустановках Потребителей должна осуществляться по утвержденным руководителем Потребителя календарным графикам.

Работники, подлежащие проверке знаний, должны быть ознакомлены с графиком под роспись.

Работникам, получившим при очередной проверке знаний неудовлетворительную оценку, комиссия назначает повторную проверку в срок не позднее 1 месяца со дня последней проверки. Срок действия удостоверения для работника, получившего неудовлетворительную оценку, автоматически продлевается до срока, назначенного комиссией для второй проверки, если нет записанного в Журнал проверки знаний специального решения



комиссии о временном отстранении работника от работы в электроустановках.

Работникам, прошедшим проверку знаний требований Правил и других требований безопасности, предъявляемых к организации и выполнению работ в электроустановках, выдаются удостоверения о проверке знаний правил работы в электроустановках, формы которых предусмотрены приложениями N 2, 3 к Правилам(в ред. Приказа Минтруда России от 19.02.2016 N 74н).

Результаты проверки знаний по охране труда в организациях электроэнергетики оформляются протоколом проверки знаний правил работы в электроустановках, форма которого предусмотрена приложением N 4 к Правилам, и учитываются в **Журнале учета проверки знаний правил работы в электроустановках**, форма которого предусмотрена приложением N 5 к Правилам.

Результаты проверки знаний организаций, ПО охране труда ДЛЯ приобретающих электрическую энергию ДЛЯ собственных бытовых производственных нужд, фиксируются в журнале учета проверки знаний правил работы в электроустановках, форма которого предусмотрена приложением N 6 к Правилам.

Работники, обладающие правом проведения специальных работ, должны иметь об этом запись в удостоверении о проверке знаний правил работы в электроустановках, форма которого предусмотрена приложением N 2 к Правилам.

## К специальным работам относятся:

- ▶ работы, выполняемые на высоте более 5 м от поверхности земли, перекрытия или рабочего настила, над которым производятся работы непосредственно с конструкций или оборудования при их монтаже или ремонте с обязательным применением средств защиты от падения с высоты (в ред. Приказа Минтруда России от 19.02.2016 N 74н);
- ▶ работы без снятия напряжения с электроустановки, выполняемые с прикосновением к первичным токоведущим частям, находящимся под рабочим напряжением, или на расстоянии от этих токоведущих частей менее допустимого (далее - работы под напряжением на токоведущих частях);
- **испытания оборудования повышенным напряжением** (за исключением работ с мегаомметром);
- работы, выполняемые со снятием рабочего напряжения с электроустановки или ее части с прикосновением к токоведущим частям, находящимся под наведенным напряжением более 25 В на рабочем месте или на расстоянии от этих токоведущих частей менее допустимого (далее работы под наведенным напряжением).



Для проведения проверки знаний электротехнического и электротехнологического персонала организации руководитель Потребителя должен назначить Приказом по организации комиссию в составе не менее пяти человек.

Председатель комиссии должен иметь группу по электробезопасности V у Потребителей с электроустановками напряжением до и выше 1000 В и группу IV у Потребителей с электроустановками напряжением только до 1000 В. Председателем комиссии назначается, как правило, ответственный за электрохозяйство Потребителя.

Все члены комиссии должны иметь группу по электробезопасности и пройти проверку знаний в комиссии органа Госэнергонадзора.

При проведении процедуры проверки знаний должно присутствовать не менее трех членов комиссии, в том числе обязательно председатель (заместитель председателя) комиссии.

#### Проверка знаний каждого работника производится индивидуально.

Для каждой должности (профессии) руководителем Потребителя или структурного подразделения должен быть определен объем проверки знаний норм и правил с учетом должностных обязанностей и характера производственной деятельности работника по соответствующей должности (профессии), а также требований тех нормативных документов, обеспечение и соблюдение которых входит в его служебные обязанности.

По результатам проверки знаний правил устройства электроустановок, настоящих Правил, правил безопасности и других нормативно-технических документов электротехническому (электротехнологическому) персоналу устанавливается группа по электробезопасности.

Результаты проверки знаний заносятся в **Журнал учета проверки знаний правил работы в электроустановках** и подписываются всеми членами комиссии.

Персоналу, успешно прошедшему проверку знаний, <u>выдается</u> <u>удостоверение установленной формы.</u>

Допускается использование контрольно-обучающих машин на базе персональных электронно-вычислительных машин (ПЭВМ) для всех видов проверки, кроме первичной; при этом запись в Журнале проверки знаний не отменяется.

## 4.4. Допуск к самостоятельной работе

Допуск к самостоятельной работе для оперативного персонала оформляется соответствующим документом руководителя Потребителя.

Работники должны проходить обучение по оказанию первой помощи пострадавшему на производстве до допуска к самостоятельной работе.

Электротехнический персонал кроме обучения оказанию первой помощи пострадавшему на производстве должен быть обучен приемам освобождения пострадавшего от действия электрического тока с учетом специфики обслуживаемых (эксплуатируемых) электроустановок (при подготовке на группу III и выше по электробезопасности).

#### 5. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

#### 5.1. Эксплуатация электрооборудования

Потребители должны обеспечить проведение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования электроустановок. Ответственность за их проведение возлагается на руководителя.

Объем технического обслуживания и планово-предупредительных ремонтов должен определяться необходимостью поддержания работоспособности электроустановок, периодического их восстановления и приведения в соответствие с меняющимися условиями работы.

<u>На все виды ремонтов основного оборудования электроустановок</u> должны быть составлены ответственным за электрохозяйство годовые планы (графики), утверждаемые техническим руководителем Потребителя.

Ремонт электрооборудования и аппаратов, непосредственно связанных с технологическими агрегатами, должен выполняться одновременно с ремонтом последних.

Графики ремонтов электроустановок, влияющие на изменение объемов производства, должны быть утверждены руководителем организации. Потребителям следует разрабатывать также долгосрочные планы технического перевооружения и реконструкции электроустановок.

Периодичность и продолжительность всех видов ремонта, а также продолжительность ежегодного простоя в ремонте для отдельных видов электрооборудования устанавливаются в соответствии с настоящими Правилами, действующими отраслевыми нормами и указаниями заводов-изготовителей.

Техническое обслуживание и ремонт могут проводиться и по результатам технического диагностирования при функционировании у Потребителя системы технического диагностирования - совокупности объекта диагностирования, процесса диагностирования и исполнителей, подготовленных к диагностированию и осуществляющих его по правилам, установленным



соответствующей документацией.

К такой документации относятся: отраслевой стандарт (далее - ОСТ), ведомственный руководящий документ (далее - ВРД), регламент, стандарт предприятия (далее - СТП) и другие документы, принятые в данной отрасли или у данного Потребителя.

До вывода основного оборудования электроустановок в капитальный ремонт должны быть:

- → составлены ведомости объема работ и смета, уточняемые после вскрытия и осмотра оборудования, а также график ремонтных работ;
- → заготовлены по ведомостям объема работ необходимые материалы и запасные части;
- → составлена и утверждена техническая документация на работы в период капитального ремонта;
- → укомплектованы и приведены в исправное состояние инструмент, приспособления, такелажное оборудование и подъемно-транспортные механизмы;
- → подготовлены рабочие места для ремонта, произведена планировка площадки с указанием размещения частей и деталей;
- → укомплектованы и проинструктированы ремонтные бригады.

Установленное у Потребителя оборудование должно быть обеспечено запасными частями и материалами. Состояние запасных частей, материалов, условия поставки, хранения должны периодически проверяться ответственным за электрохозяйство.

Вводимое после ремонта оборудование должно испытываться в соответствии с нормами испытания электрооборудования.

Специальные испытания эксплуатируемого оборудования проводятся по схемам и программам, утвержденным ответственным за электрохозяйство.

Основное оборудование электроустановок, прошедшее капитальный ремонт, подлежит испытаниям под нагрузкой не менее 24 часов, если не имеется других указаний заводов-изготовителей. При обнаружении дефектов, препятствующих нормальной работе оборудования, ремонт считается незаконченным до устранения этих дефектов и повторного проведения испытания.

Все работы, выполненные при капитальном ремонте основного электрооборудования, принимаются по акту, к которому должна быть приложена

**Московский** транспорт техническая документация по ремонту. Акты со всеми приложениями хранятся в паспортах оборудования. О работах, проведенных при ремонте остального электрооборудования и аппаратов, делается подробная запись в паспорте оборудования или в специальном ремонтном журнале.

Для своевременного и качественного выполнения задач, указанных в настоящей главе, ремонтный персонал должен иметь склады, мастерские и другие соответствующие помещения, а также приспособления, средства испытаний и измерений, в т.ч. для проведения раннего диагностирования дефектов, например, виброакустические приборы, тепловизоры, стационарные и передвижные лаборатории и т.д.

#### 5.2. Эксплуатация кабельных линий

*При сдаче в эксплуатацию КЛ напряжением до и выше 1000 В*, кроме документации, предусмотренной строительными нормами и правилами и отраслевыми правилами приемки, должна быть оформлена и передана заказчику следующая техническая документация:

- 1) скорректированный проект КЛ, который для КЛ на напряжение 110 кВ и выше должен быть согласован с заводом изготовителем кабелей и эксплуатирующей организацией;
- 2) исполнительный чертеж трассы с указанием мест установки соединительных муфт, выполненный в масштабе 1:200 или 1:500 в зависимости от развития коммуникаций в данном районе трассы;
- 3) чертеж профиля КЛ в местах пересечения с дорогами и другими коммуникациями для КЛ на напряжение 20 кВ и выше и для особо сложных трасс КЛ на напряжение 6 и 10 кВ;
- 4) акты состояния кабелей на барабанах и, в случае необходимости, протоколы разборки и осмотра образцов (для импортных кабелей разборка обязательна);
- 5) кабельный журнал;
- 6) инвентарная опись всех элементов КЛ (для КЛ напряжением выше 1000 В);
- 7) акты строительных и скрытых работ с указанием пересечений и сближений кабелей со всеми подземными коммуникациями;
- 8) акты на монтаж кабельных муфт;
- 9) акты приемки траншей, блоков, труб, каналов, туннелей и коллекторов под монтаж;



- 10) акты на монтаж устройств по защите КЛ от электрохимической коррозии, а также документы о результатах коррозионных испытаний в соответствии с проектом;
- 11) протоколы испытания изоляции КЛ повышенным напряжением после прокладки (для КЛ напряжением выше 1000 В);
- 12) документы о результатах измерения сопротивления изоляции;
- 13) акты осмотра кабелей, проложенных в траншеях и каналах перед закрытием;
- 14) протокол прогрева кабелей на барабанах перед прокладкой при низких температурах;
- 15) акт проверки и испытания автоматических стационарных установок пожаротушения и пожарной сигнализации.

Кроме перечисленной документации, при приемке в эксплуатацию КЛ напряжением 110 кВ и выше монтажной организацией *должны быть* дополнительно переданы заказчику:

- 1) исполнительные высотные отметки кабеля и подпитывающей аппаратуры для маслонаполненных кабелей низкого давления на напряжение 110 220 кВ;
- 2) документы о результатах испытаний масла (жидкости) из всех элементов линий; результатах пропиточных испытаний; результатах опробования и испытаний подпитывающих агрегатов для маслонаполненных кабелей высокого давления; результатах проверки систем сигнализации давления;
- 3) акты об усилиях тяжения при прокладке;
- 4) акты об испытаниях защитных покровов повышенным электрическим напряжением после прокладки;
- 5) протоколы заводских испытаний кабелей, муфт и подпитывающей аппаратуры;
- 6) документы результатах испытаний устройств автоматического концевых муфт; результатах измерения подогрева тока ПО токопроводящим жилам И оболочкам (экранам) маслонаполненных кабелей низкого давления и кабелей с пластмассовой изоляцией на напряжение 110 кВ; результатах измерения емкости кабелей; результатах измерения сопротивления заземления колодцев и концевых муфт.

При приемке в эксплуатацию вновь сооружаемой КЛ должны быть



произведены испытания в соответствии с требованиями правил устройства электроустановок.

Потребитель, которому принадлежит КЛ (эксплуатирующая организация), должен вести технический надзор за прокладкой и монтажом КЛ всех напряжений, сооружаемых монтажными организациями.

При надзоре за прокладкой и при эксплуатации небронированных кабелей со шланговым покрытием особое внимание должно быть уделено состоянию шлангов. Кабели со шлангами, имеющими сквозные порывы, задиры и трещины, должны быть отремонтированы или заменены.

Каждая КЛ должна иметь паспорт, включающий документацию, диспетчерский номер или наименование.

Открыто проложенные кабели, а также все кабельные муфты должны быть снабжены бирками; на бирках кабелей в начале и конце линии должны быть указаны марка, напряжение, сечение, номер или наименование линии; на бирках соединительных муфт - номер муфты, дата монтажа.

Бирки должны быть стойкими к воздействию окружающей среды. Они должны быть расположены по длине линии через каждые 50 м на открыто проложенных кабелях, а также на поворотах трассы и в местах прохода кабелей через огнестойкие перегородки и перекрытия (с обеих сторон).

Для каждой КЛ при вводе в эксплуатацию должны быть установлены наибольшие допустимые токовые нагрузки. Нагрузки должны быть определены по участку трассы длиной не менее 10 м с наихудшими условиями охлаждения. Повышение этих нагрузок допускается на основе тепловых испытаний при условии, что температура жил будет не выше длительно допустимой температуры, приведенной в государственных стандартах или технических условиях. При этом нагрев кабелей должен проверяться на участках трасс с наихудшими условиями охлаждения.

В кабельных сооружениях и других помещениях должен быть организован систематический контроль за тепловым режимом работы кабелей, температурой воздуха и работой вентиляционных устройств.

Температура воздуха внутри кабельных туннелей, каналов и шахт в летнее время должна быть не более чем на  $10~^{\circ}C$  выше температуры наружного воздуха.

На период ликвидации аварии допускается перегрузка по току для кабелей с пропитанной бумажной изоляцией напряжением до 10 кВ на 30% продолжительностью не более 6 ч в сутки в течение 5 суток, но не более 100 ч в год, если в остальные периоды этих суток нагрузка не превышает длительно допустимой.



## Для кабелей, находившихся в эксплуатации более 15 лет, перегрузки должны быть снижены до 10%.

Нагрузки КЛ должны измеряться периодически в сроки, установленные нормами испытания электрооборудования. На основании данных этих измерений должны уточняться режимы и схемы работы КЛ.

Осмотры КЛ напряжением до 35 кВ должны проводиться в следующие сроки:

- 1) трасс кабелей, проложенных в земле, не реже 1 раза в 3 месяца;
- 2) трасс кабелей, проложенных на эстакадах, в туннелях, блоках, каналах, галереях и по стенам зданий, не реже 1 раза в 6 месяцев;
- 3) кабельных колодцев не реже 1 раза в 2 года;

Для КЛ, проложенных открыто, осмотр кабельных муфт напряжением выше 1000 В должен производиться при каждом осмотре электрооборудования.

## Периодически, но не реже 1 раза в 6 месяцев выборочные осмотры КЛ должен проводить административно-технический персонал.

В период паводков, после ливней и при отключении КЛ релейной защитой должны проводиться внеочередные осмотры.

Сведения об обнаруженных при осмотрах неисправностях должны заноситься в журнал дефектов и неполадок. Неисправности должны устраняться в кратчайшие сроки.

Осмотр туннелей (коллекторов), шахт и каналов на подстанциях с постоянным дежурством персонала должен производиться не реже 1 раза в месяц, осмотр этих сооружений на подстанциях без постоянного дежурства персонала - по местным инструкциям в сроки, установленные ответственным за электрохозяйство Потребителя.

Местными инструкциями должны быть установлены сроки проверки работоспособности устройств пожарной сигнализации и пожаротушения, находящихся в кабельных сооружениях.

Туннели, коллекторы, каналы и другие кабельные сооружения должны содержаться в чистоте, металлическая неоцинкованная броня кабелей, проложенных в кабельных сооружениях, и металлические конструкции с неметаллизированным покрытием, по которым проложены кабели, должны периодически покрываться негорючими антикоррозионными составами.

## Хранение в кабельных сооружениях каких-либо материалов не допускается.

Кабельные сооружения, в которые попадает вода, должны быть оборудованы средствами для отвода почвенных и ливневых вод.



Потребитель, в ведении которого находятся КЛ, должен контролировать выполнение управлениями и службами электрифицированного рельсового транспорта мероприятий по **уменьшению значений блуждающих токов в земле** в соответствии с установленными требованиями.

При обнаружении на КЛ опасности разрушения металлических оболочек изза электрической, почвенной или химической коррозии должны быть приняты меры к ее предотвращению.

За защитными устройствами на КЛ должно быть установлено наблюдение в соответствии с местными инструкциями.

Раскопки кабельных трасс или земляные работы вблизи них должны производиться только после получения соответствующего разрешения руководства организации, по территории которой проходит КЛ, и организации, эксплуатирующей КЛ. К разрешению должен быть приложен план (схема) с указанием размещения и глубины заложения КЛ. Местонахождение КЛ должно быть обозначено соответствующими знаками или надписями как на плане (схеме), так и на месте выполнения работ. При этом исполнитель должен обеспечить надзор за сохранностью кабелей на весь период работ, а вскрытые кабели укрепить для предотвращения их провисания и защиты от механических повреждений. На месте работы должны быть установлены сигнальные огни и предупреждающие плакаты.

Производство раскопок землеройными машинами на расстоянии ближе 1 м от кабеля, а также использование отбойных молотков, ломов и кирок для рыхления грунта над кабелями на глубину, при которой до кабеля остается слой грунта менее 0,3 м, не допускается.

Применение ударных и вибропогружных механизмов разрешается на расстоянии не менее 5 м от кабелей.

Для производства взрывных работ должны быть выданы дополнительные технические условия.

КЛ должны периодически подвергаться профилактическим испытаниям повышенным напряжением постоянного тока в соответствии с нормами испытания электрооборудования.

Необходимость внеочередных испытаний КЛ, например, после ремонтных работ или раскопок, связанных со вскрытием трасс, а также после автоматического отключения КЛ, определяется руководством Потребителя, в ведении которого находится кабельная линия.

### 5.3. Эксплуатация сетей освещения

Рабочее и аварийное освещение во всех помещениях, на рабочих местах,



открытых пространствах и улицах должно обеспечивать освещенность в соответствии с установленными требованиями.

Рекламное освещение, снабженное устройствами программного управления, должно удовлетворять также требованиям действующих норм на допустимые индустриальные радиопомехи.

Применяемые при эксплуатации электроустановок светильники рабочего и аварийного освещения должны быть только заводского изготовления и соответствовать требованиям государственных стандартов и технических условий.

Светильники аварийного освещения должны отличаться от светильников рабочего освещения знаками или окраской.

Питание светильников аварийного и рабочего освещения должно осуществляться от независимых источников. При отключении рабочего освещения переключение на аварийное должно происходить автоматически или вручную согласно проектным решениям исходя из целесообразности по местным условиям и в соответствии с требованиями правил устройства электроустановок.

Питание сети аварийного освещения по схемам, отличным от проектных, не допускается.

Присоединение к сети аварийного освещения переносных трансформаторов и других видов нагрузок, не относящихся к этому освещению, не допускается.

# Сеть аварийного освещения должна быть выполнена без штепсельных розеток.

На лицевой стороне щитов и сборок сети освещения должны быть надписи указанием наименования (щита (маркировка) ИЛИ сборки), соответствующего диспетчерскому наименованию. С внутренней стороны (например, на дверцах) должны быть однолинейная схема, надписи с указанием значения тока плавкой вставки на предохранителях или номинального тока и наименование электроприемников <1>, автоматических выключателей соответственно, через них получающих питание. Автоматические выключатели должны обеспечивать селективность отключения потребителей, получающих от них питание.

Наименование электроприемников (в частности, светильников) должно быть изложено так, чтобы работники, включающие или отключающие единично расположенные или групповые светильники, смогли бы безошибочно производить эти действия.

Использование сетей освещения для подключения каких-либо переносных или передвижных электроприемников не допускается.



Для питания переносных (ручных) электрических светильников в помещениях с повышенной опасностью и в особо опасных помещениях должно применяться напряжение не выше 50 В, а при работах в особо неблагоприятных условиях и в наружных установках - не выше 12 В.

Вилки приборов на напряжение 12 - 50 В не должны входить в розетки с более высоким номинальным напряжением. В помещениях, в которых используется напряжение двух и более номиналов, на всех штепсельных розетках должны быть надписи с указанием номинального напряжения.

Использование автотрансформаторов для питания светильников сети 12 - 50 В не разрешается.

Применение для переносного освещения люминесцентных ламп, не укрепленных на жестких опорах, не допускается.

Установка в светильники сети рабочего и аварийного освещения ламп, мощность или цветность излучения которых не соответствует проектной, а также снятие рассеивателей, экранирующих и защитных решеток светильников не допускается.

**Питание сетей внутреннего, наружного, а также охранного освещения** Потребителей, сооружений, жилых и общественных зданий, открытых пространств и улиц, как правило, должно **быть предусмотрено по отдельным линиям.** 

Управление сетью наружного освещения, кроме сети освещения удаленных объектов, а также управление сетью охранного освещения должно, как правило, осуществляться централизованно из помещения щита управления энергохозяйством данного Потребителя или иного специального помещения.

Сеть освещения должна получать питание от источников (стабилизаторов или отдельных трансформаторов), обеспечивающих возможность поддержания напряжения в необходимых пределах.

Напряжение на лампах должно быть не выше номинального значения. Понижение напряжения у наиболее удаленных ламп сети внутреннего рабочего освещения, а также прожекторных установок должно быть не более 5% номинального напряжения; у наиболее удаленных ламп сети наружного и аварийного освещения и в сети напряжением 12 - 50 В - не более 10%.

В коридорах электрических подстанций и распределительных устройств, имеющих два выхода, и в проходных туннелях освещение должно быть выполнено с двусторонним управлением.

У оперативного персонала, обслуживающего сети электрического освещения, должны быть схемы этой сети, запас калиброванных вставок, соответствующих



светильников и ламп всех напряжений данной сети освещения.

Оперативный и оперативно-ремонтный персонал Потребителя или объекта даже при наличии аварийного освещения должен быть снабжен переносными электрическими фонарями с автономным питанием.

Очистку светильников, осмотр и ремонт сети электрического освещения должен выполнять по графику (плану ППР) квалифицированный персонал.

Периодичность работ по очистке светильников и проверке технического состояния осветительных установок Потребителя (наличие и целость стекол, решеток и сеток, исправность уплотнений светильников специального назначения и т.п.) должна быть установлена ответственным за электрохозяйство Потребителя с учетом местных условий. На участках, подверженных усиленному загрязнению, очистка светильников должна выполняться по особому графику.

Смена перегоревших ламп может производиться групповым или индивидуальным способом, который устанавливается конкретно для каждого Потребителя в зависимости от доступности ламп и мощности осветительной установки. При групповом способе сроки очередной чистки арматуры должны быть приурочены к срокам групповой замены ламп.

При высоте подвеса светильников до 5 м допускается их обслуживание с приставных лестниц и стремянок. В случае расположения светильников на большей высоте разрешается их обслуживание с мостовых кранов, стационарных мостиков и передвижных устройств при соблюдении мер безопасности, установленных правилами безопасности при эксплуатации электроустановок и местными инструкциями.

Вышедшие из строя люминесцентные лампы, лампы типа ДРЛ и другие источники, содержащие ртуть, должны храниться в специальном помещении. Их необходимо периодически вывозить для уничтожения и дезактивации в отведенные для этого места.

Осмотр и проверка сети освещения должны проводиться в следующие сроки:

- → проверка исправности аварийного освещения при отключении рабочего освещения - 2 раза в год;
- → измерение освещенности внутри помещений (в т.ч. участков, отдельных рабочих мест, проходов и т.д.) при вводе сети в эксплуатацию в соответствии с нормами освещенности, а также при изменении функционального назначения помещения.

Проверка состояния стационарного оборудования и электропроводки аварийного и рабочего освещения, испытание и измерение сопротивления



изоляции проводов, кабелей и заземляющих устройств должны проводиться при вводе сети электрического освещения в эксплуатацию, а в дальнейшем - по графику, утвержденному ответственным за электрохозяйство Потребителя, но не реже одного раза в три года. Результаты замеров оформляются актом (протоколом) в соответствии с нормами испытания электрооборудования.

**Техническое обслуживание и ремонт установок** наружного (уличного) и рекламного освещения должен выполнять подготовленный электротехнический персонал.

Потребители, не имеющие такого персонала, могут передать функции технического обслуживания и ремонта этих установок специализированным организациям.

Периодичность планово-предупредительных ремонтов газосветных установок сети рекламного освещения устанавливается в зависимости от их категории (месторасположения, системы технического обслуживания и т.п.) и утверждается ответственным за электрохозяйство Потребителя.

Включение и отключение установок наружного (уличного) и рекламного освещения, как правило, должно осуществляться автоматически в соответствии с графиком, составленным с учетом времени года, особенностей местных условий и утвержденным местными органами власти.

Обо всех неисправностях в работе установок рекламного освещения и повреждениях (мигание, частичные разряды и т.п.) оперативный или оперативноремонтный персонал Потребителя обязан немедленно сообщить своим руководящим работникам и принять меры к их устранению. Работа установок рекламного освещения при видимых повреждениях не допускается.

## 6. УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

## 6.1. Термины и определения

Электроустановка - совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другие виды энергии.

Открытые или наружные электроустановки - электроустановки, не защищенные зданием от атмосферных воздействий.

Электроустановки, защищенные только навесами, сетчатыми ограждениями и т.п., рассматриваются как наружные.

Закрытые или внутренние электроустановки - электроустановки, размещенные внутри здания, защищающего их от атмосферных воздействий.



Электропомещения - помещения или отгороженные (например, сетками) части помещения, в которых расположено электрооборудование, доступное только для квалифицированного обслуживающего персонала.

Квалифицированный обслуживающий персонал - специально подготовленные работники, прошедшие проверку знаний в объеме, обязательном для данной работы (должности), и имеющие группу по электробезопасности, предусмотренную действующими правилами охраны труда при эксплуатации электроустановок.

*Номинальное значение параметра* - указанное изготовителем значение параметра электротехнического устройства.

Напряжение переменного тока - действующее значение напряжения.

Напряжение постоянного тока - напряжение постоянного тока или напряжение выпрямленного тока с содержанием пульсаций не более 10% от действующего значения.

#### 6.2. Общие положения правил устройства электроустановок

Сухие помещения - помещения, в которых относительная влажность воздуха не превышает 60%.

При отсутствии в таких помещениях условий, указанных в 1.1.10 - 1.1.12, они называются нормальными.

Влажные помещения - помещения, в которых относительная влажность воздуха более 60%, но не превышает 75%.

Сырые помещения - помещения, в которых относительная влажность воздуха превышает 75%.

Особо сырые помещения - помещения, в которых относительная влажность воздуха близка к 100% (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой).

Жаркие помещения - помещения, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура постоянно или периодически (более 1 суток) превышает +35 °C (например, помещения с сушилками, обжигательными печами, котельные).

Пыльные помещения - помещения, в которых по условиям производства выделяется технологическая пыль, которая может оседать на токоведущих частях, проникать внутрь машин и аппаратов и т.п.

Пыльные помещения разделяются на помещения с токопроводящей пылью и помещения с нетокопроводящей пылью.

Помещения с химически активной или органической средой - помещения, в



которых постоянно или в течение длительного времени содержатся агрессивные пары, газы, жидкости, образуются отложения или плесень, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования.

## В отношении опасности поражения людей электрическим током различаются:

- 1. помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность
- 2. помещения с повышенной опасностью, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих повышенную опасность:
  - 2.1. сырость
  - 2.2. токопроводящая пыль
- 2.3. токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.);
  - 2.4. высокая температура
- 2.5.возможность одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям зданий, имеющим соединение с землей, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования (открытым проводящим частям), с другой;
- 3. особо опасные помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:
  - 3.1. особая сырость
  - 3.2. химически активная или органическая среда
  - 3.3. одновременно два или более условий повышенной опасности
- 4. территория открытых электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравнивается к особо опасным помещениям.

### 6.3. Буквенно-цветовое обозначение электроустановок

В электроустановках должна быть обеспечена возможность легкого распознавания частей, относящихся к отдельным элементам (простота и наглядность схем, надлежащее расположение электрооборудования, надписи, маркировка, расцветка).

Для цветового и цифрового обозначения отдельных изолированных или неизолированных проводников должны быть использованы цвета и цифры в соответствии с ГОСТ Р 50462 "Идентификация проводников по цветам или цифровым обозначениям".

Проводники защитного заземления во всех электроустановках, а также нулевые защитные проводники в электроустановках напряжением до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью, в т.ч. шины, должны иметь буквенное обозначение РЕ и цветовое обозначение чередующимися продольными или поперечными полосами одинаковой ширины (для шин от 15 до 100 мм) желтого и зеленого



цветов.

**Нулевые рабочие (нейтральные) проводники** обозначаются буквой N и голубым цветом. Совмещенные нулевые защитные и нулевые рабочие проводники должны иметь буквенное обозначение PEN и цветовое обозначение: голубой цвет по всей длине и желто-зеленые полосы на концах.

Буквенно-цифровые и цветовые обозначения одноименных шин в каждой электроустановке должны быть одинаковыми.

#### Шины должны быть обозначены:

- 1) *при переменном трехфазном токе*: шины фазы A желтым, фазы B зеленым, фазы C красным цветом;
- 2) при переменном однофазном токе шина В, присоединенная к концу обмотки источника питания, красным цветом, шина А, присоединенная к началу обмотки источника питания, желтым цветом.

Шины однофазного тока, если они являются ответвлением от шин трехфазной системы, обозначаются как соответствующие шины трехфазного тока;

3) при постоянном токе: положительная шина (+) - красным цветом, отрицательная (-) - синим и нулевая рабочая М - голубым цветом.

Цветовое обозначение должно быть выполнено по всей длине шин, если оно предусмотрено также для более интенсивного охлаждения или антикоррозионной защиты.

Допускается выполнять цветовое обозначение не по всей длине шин, только цветовое или только буквенно-цифровое обозначение либо цветовое в сочетании с буквенно-цифровым в местах присоединения шин. Если неизолированные шины недоступны для осмотра в период, когда они находятся под напряжением, то допускается их не обозначать. При этом не должен снижаться уровень безопасности и наглядности при обслуживании электроустановки.

При расположении шин "плашмя" или "на ребро" в распределительных устройствах (кроме комплектных сборных ячеек одностороннего обслуживания (КСО) и комплектных распределительных устройств (КРУ) 6 - 10 кВ, а также панелей 0,4 - 0,69 кВ заводского изготовления необходимо соблюдать следующие условия:

- 1. В распределительных устройствах напряжением 6 220 кВ при переменном трехфазном токе сборные и обходные шины, а также все виды секционных шин должны располагаться:
  - а) при горизонтальном расположении:
    - одна под другой: сверху вниз A-B-C;
    - одна за другой, наклонно или треугольником: наиболее удаленная



шина А, средняя - В, ближайшая к коридору обслуживания - С;

- б) при вертикальном расположении (в одной плоскости или треугольником):
  - слева направо A-B-C или наиболее удаленная шина A, средняя B, ближайшая к коридору обслуживания C;
- в) ответвления от сборных шин, если смотреть на шины из коридора обслуживания (при наличии трех коридоров из центрального):
  - при горизонтальном расположении: слева направо А-В-С;
  - при вертикальном расположении (в одной плоскости или треугольником): сверху вниз A-B-C.
- 2. В пяти- и четырехпроводных цепях трехфазного переменного тока в электроустановках напряжением до 1 кВ расположение шин должно быть следующим:
  - при горизонтальном расположении:
  - одна под другой: сверху вниз A-B-C-N-PE (PEN);
  - одна за другой: наиболее удаленная шина A, затем фазы B-C-N, ближайшая к коридору обслуживания - PE (PEN);
  - при вертикальном расположении: слева направо A-B-C-N-PE (PEN) или наиболее удаленная шина A, затем фазы B-C-N, ближайшая к коридору обслуживания PE (PEN);
  - ответвления от сборных шин, если смотреть на шины из коридора обслуживания:
    - при горизонтальном расположении: слева направо A-B-C-N-PE (PEN);
    - при вертикальном расположении: A-B-C-N-PE (PEN) сверху вниз.
  - 3. При постоянном токе шины должны располагаться:
    - сборные шины при вертикальном расположении: верхняя M, средняя (-), нижняя (+);
    - сборные шины при горизонтальном расположении:
    - наиболее удаленная M, средняя (-) и ближайшая (+), если смотреть на шины из коридора обслуживания;
    - ответвления от сборных шин: левая шина М, средняя (-), правая (+), если смотреть на шины из коридора обслуживания.

В отдельных случаях допускаются отступления от требований, приведенных в пп. 1 - 3, если их выполнение связано с существенным усложнением электроустановок (например, вызывает необходимость установки специальных опор вблизи подстанции для транспозиции проводов воздушных линий электропередачи - ВЛ) или если на подстанции применяются две или более ступени трансформации.



Электроустановки по условиям электробезопасности разделяются на электроустановки напряжением до 1 кВ и электроустановки напряжением выше 1 кВ (по действующему значению напряжения).

Безопасность обслуживающего персонала и посторонних лиц должна обеспечиваться выполнением мер защиты, предусмотренных в гл. 1.7, а также следующих мероприятий:

- соблюдение соответствующих расстояний до токоведущих частей или путем закрытия, ограждения токоведущих частей;
- применение блокировки аппаратов и ограждающих устройств для предотвращения ошибочных операций и доступа к токоведущим частям;
- применение предупреждающей сигнализации, надписей и плакатов;
- применение устройств для снижения напряженности электрических и магнитных полей до допустимых значений;
- использование средств защиты и приспособлений, в том числе для защиты от воздействия электрического и магнитного полей в электроустановках, в которых их напряженность превышает допустимые нормы.

В электропомещениях с установками напряжением до 1 кВ допускается применение неизолированных и изолированных токоведущих частей без защиты от прикосновения, если по местным условиям такая защита не является необходимой для каких-либо иных целей (например, для защиты от механических воздействий). При этом доступные прикосновению части должны располагаться так, чтобы нормальное обслуживание не было сопряжено с опасностью прикосновения к ним.

Ограждающие и закрывающие устройства должны быть выполнены так, чтобы снимать или открывать их можно было только при помощи ключей или инструментов.

Все ограждающие и закрывающие устройства должны обладать требуемой (в зависимости от местных условий) механической прочностью. При напряжении выше 1 кВ толщина металлических ограждающих и закрывающих устройств должна быть не менее 1 мм.

Для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током, от действия электрической дуги и т.п. все электроустановки должны быть снабжены средствами защиты, а также средствами оказания первой помощи в соответствии с действующими правилами применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках.



# **6.4.** Классификация электроустановок по устройству нейтрали электрических сетей

# Электроустановки в отношении мер электробезопасности разделяются на:

- 1. электроустановки напряжением выше 1 кВ в сетях с глухозаземленной или эффективно заземленной нейтралью (см. 1.2.16);
- 2. электроустановки напряжением выше 1 кВ в сетях с изолированной или заземленной через дугогасящий реактор или резистор нейтралью;
- 3. электроустановки напряжением до 1 кВ в сетях с глухозаземленной нейтралью;
- 4. электроустановки напряжением до 1 кВ в сетях с изолированной нейтралью.

# Для электроустановок напряжением до 1 кВ приняты следующие обозначения:

- система TN система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки присоединены к глухозаземленной нейтрали источника посредством нулевых защитных проводников;
- ➤ система TN-C система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике на всем ее протяжении (рис. 1.7.1);
- ➤ система TN-S система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники разделены на всем ее протяжении (рис. 1.7.2);
- система TN-C-S система TN, в которой функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике в какой-то ее части, начиная от источника питания (рис. 1.7.3);
- система IT-система, в которой нейтраль источника питания изолирована от земли или заземлена через приборы или устройства, имеющие большое сопротивление, а открытые проводящие части электроустановки заземлены (рис. 1.7.4);
- ➤ система ТТ система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки заземлены при помощи заземляющего устройства, электрически независимого от глухозаземленной нейтрали источника (рис. 1.7.5).

Первая буква - состояние нейтрали источника питания относительно земли:

### Т - заземленная нейтраль;



I - изолированная нейтраль.

Вторая буква - состояние открытых проводящих частей относительно земли:

- Т открытые проводящие части заземлены, независимо от отношения к земле нейтрали источника питания или какой-либо точки питающей сети;
- N открытые проводящие части присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания.

Последующие (после N) буквы - совмещение в одном проводнике или разделение функций нулевого рабочего и нулевого защитного проводников:

- S нулевой рабочий (N) и нулевой защитный (РЕ) проводники разделены;
- С функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике (PEN-проводник);
- N нулевой рабочий (нейтральный) проводник;
- PE защитный проводник (заземляющий проводник, нулевой защитный проводник, защитный проводник системы уравнивания потенциалов);

#### PEN - совмещенный нулевой защитный и нулевой рабочий проводник.

Электрическая сеть с эффективно заземленной нейтралью - трехфазная электрическая сеть напряжением выше 1 кВ, в которой коэффициент замыкания на землю не превышает 1,4.

Коэффициент замыкания на землю в трехфазной электрической сети - отношение разности потенциалов между неповрежденной фазой и землей в точке замыкания на землю другой или двух других фаз к разности потенциалов между фазой и землей в этой точке до замыкания.

Глухозаземленная нейтраль - нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная непосредственно к заземляющему устройству. Глухозаземленным может быть также вывод источника однофазного переменного тока или полюс источника постоянного тока в двухпроводных сетях, а также средняя точка в трехпроводных сетях постоянного тока.

*Изолированная нейтраль* - нейтраль трансформатора или генератора, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через большое сопротивление приборов сигнализации, измерения, защиты и других аналогичных им устройств.

Проводящая часть - часть, которая может проводить электрический ток.

Токоведущая часть - проводящая часть электроустановки, находящаяся в процессе ее работы под рабочим напряжением, в том числе нулевой рабочий проводник (но не PEN-проводник).



Открытая проводящая часть - доступная прикосновению проводящая часть электроустановки, нормально не находящаяся под напряжением, но которая может оказаться под напряжением при повреждении основной изоляции.

*Сторонняя проводящая часть* - проводящая часть, не являющаяся частью электроустановки.

*Прямое прикосновение* - электрический контакт людей или животных с токоведущими частями, находящимися под напряжением.

Косвенное прикосновение - электрический контакт людей или животных с открытыми проводящими частями, оказавшимися под напряжением при повреждении изоляции.

Защита от прямого прикосновения - защита для предотвращения прикосновения к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

Защита при косвенном прикосновении - защита от поражения электрическим током при прикосновении к открытым проводящим частям, оказавшимся под напряжением при повреждении изоляции.

Заземлитель - проводящая часть или совокупность соединенных между собой проводящих частей, находящихся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду.

*Искусственный заземлитель* - заземлитель, специально выполняемый для целей заземления.

*Естественный заземлитель* - сторонняя проводящая часть, находящаяся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду, используемая для целей заземления.

Заземляющий проводник - проводник, соединяющий заземляемую часть (точку) с заземлителем.

Заземляющее устройство - совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

Зона нулевого потенциала (относительная земля) - часть земли, находящаяся вне зоны влияния какого-либо заземлителя, электрический потенциал которой принимается равным нулю.

Зона растекания (локальная земля) - зона земли между заземлителем и зоной нулевого потенциала.

Термин земля, используемый в главе, следует понимать как земля в зоне растекания.

Замыкание на землю - случайный электрический контакт между токоведущими частями, находящимися под напряжением, и землей.



Напряжение на заземляющем устройстве - напряжение, возникающее при стекании тока с заземлителя в землю между точкой ввода тока в заземлитель и зоной нулевого потенциала.

Напряжение прикосновения - напряжение между двумя проводящими частями или между проводящей частью и землей при одновременном прикосновении к ним человека или животного.

*Ожидаемое напряжение прикосновения* - напряжение между одновременно доступными прикосновению проводящими частями, когда человек или животное их не касается.

*Напряжение шага* - напряжение между двумя точками на поверхности земли, на расстоянии 1 м одна от другой, которое принимается равным длине шага человека.

*Сопротивление заземляющего устройства* - отношение напряжения на заземляющем устройстве к току, стекающему с заземлителя в землю.

Эквивалентное удельное сопротивление земли с неоднородной структурой - удельное электрическое сопротивление земли с однородной структурой, в которой сопротивление заземляющего устройства имеет то же значение, что и в земле с неоднородной структурой.

Термин удельное сопротивление, используемый в главе для земли с неоднородной структурой, следует понимать как эквивалентное удельное сопротивление.

Заземление - преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством.

Защитное заземление - заземление, выполняемое в целях электробезопасности.

Рабочее (функциональное) заземление - заземление точки или точек токоведущих частей электроустановки, выполняемое для обеспечения работы электроустановки (не в целях электробезопасности).

Защитное зануление в электроустановках напряжением до 1 кВ - преднамеренное соединение открытых проводящих частей с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с заземленной точкой источника в сетях постоянного тока, выполняемое в целях электробезопасности.

*Уравнивание потенциалов* - электрическое соединение проводящих частей для достижения равенства их потенциалов.

Защитное уравнивание потенциалов - уравнивание потенциалов, выполняемое в целях электробезопасности.



Термин уравнивание потенциалов, используемый в главе, следует понимать как защитное уравнивание потенциалов.

Выравнивание потенциалов - снижение разности потенциалов (шагового напряжения) на поверхности земли или пола при помощи защитных проводников, проложенных в земле, в полу или на их поверхности и присоединенных к заземляющему устройству, или путем применения специальных покрытий земли.

**Защитный (РЕ) проводник** - проводник, предназначенный для целей электробезопасности.

Защитный заземляющий проводник - защитный проводник, предназначенный для защитного заземления.

Защитный проводник уравнивания потенциалов - защитный проводник, предназначенный для защитного уравнивания потенциалов.

*Нулевой защитный проводник* - защитный проводник в электроустановках до 1 кВ, предназначенный для присоединения открытых проводящих частей к глухозаземленной нейтрали источника питания.

**Нулевой рабочий (нейтральный) проводник (N)** - проводник в электроустановках до 1 кВ, предназначенный для питания электроприемников и соединенный с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с глухозаземленной точкой источника в сетях постоянного тока.

Совмещенный нулевой защитный и нулевой рабочий (PEN) проводник - проводник в электроустановках напряжением до 1 кВ, совмещающий функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников.

Главная заземляющая шина ГЗШ- шина, являющаяся частью заземляющего устройства электроустановки до 1 кВ и предназначенная для присоединения нескольких проводников с целью заземления и уравнивания потенциалов.

Защитное автоматическое отключение питания - автоматическое размыкание цепи одного или нескольких фазных проводников (и, если требуется, нулевого рабочего проводника), выполняемое в целях электробезопасности.

*Основная изоляция* - изоляция токоведущих частей, обеспечивающая в том числе защиту от прямого прикосновения.

Дополнительная изоляция - независимая изоляция в электроустановках напряжением до 1 кВ, выполняемая дополнительно к основной изоляции для защиты при косвенном прикосновении.

Двойная изоляция - изоляция в электроустановках напряжением до 1 кВ, состоящая из основной и дополнительной изоляции.



Усиленная изоляция - изоляция в электроустановках напряжением до 1 кВ, обеспечивающая степень защиты от поражения электрическим током, равноценную двойной изоляции.

Сверхнизкое (малое) напряжение (СНН) - напряжение, не превышающее 50 В переменного и 120 В постоянного тока.

Разделительный трансформатор - трансформатор, первичная обмотка которого отделена от вторичных обмоток при помощи защитного электрического разделения цепей.

*Безопасный разделительный трансформатор* - разделительный трансформатор, предназначенный для питания цепей сверхнизким напряжением.

Защитный экран - проводящий экран, предназначенный для отделения электрической цепи и/или проводников от токоведущих частей других цепей.

Защитное электрическое разделение цепей - отделение одной электрической цепи от других цепей в электроустановках напряжением до 1 кВ при помощи:

- > основной изоляции,
- двойной изоляции,
- > усиленной изоляции,
- > защитного экрана.

Непроводящие (изолирующие) помещения, зоны, площадки-помещения, зоны, площадки, в которых (на которых) защита при косвенном прикосновении обеспечивается высоким сопротивлением пола и стен и в которых отсутствуют заземленные проводящие части.

# 6.5. Заземление и защитные меры электробезопасности

Для защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты от прямого прикосновения:

- 1) основная изоляция токоведущих частей;
- 2) ограждения и оболочки;
- 3) установка барьеров;
- 4) размещение вне зоны досягаемости;
- 5) применение сверхнизкого (малого) напряжения.

Для дополнительной защиты от прямого прикосновения в электроустановках напряжением до 1 кВ при наличии требований других глав ПУЭ следует



применять устройства защитного отключения (УЗО) с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 мА.

Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты при косвенном прикосновении:

- 1) защитное заземление;
- 2) автоматическое отключение питания;
- 3) уравнивание потенциалов;
- 4) выравнивание потенциалов;
- 5) двойная или усиленная изоляция;
- б) сверхнизкое (малое) напряжение;
- 7) защитное электрическое разделение цепей;
- 8) изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки.

Меры защиты от поражения электрическим током должны быть предусмотрены в электроустановке или ее части либо применены к отдельным электроприемникам и могут быть реализованы при изготовлении электрооборудования, либо в процессе монтажа электроустановки, либо в обоих случаях.

Применение двух и более мер защиты в электроустановке не должно оказывать взаимного влияния, снижающего эффективность каждой из них.

Защиту при косвенном прикосновении следует выполнять во всех случаях, если напряжение в электроустановке превышает 50 В переменного тока и 120 В постоянного тока.

В помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках выполнение защиты при косвенном прикосновении может потребоваться при более низких напряжениях, например 25 В переменного и 60 В постоянного тока или 12 В переменного и 30 В постоянного тока при наличии требований соответствующих глав ПУЭ.

# Защита от прямого прикосновения не требуется:

- 1) если **в помещениях без повышенной опасности** электрооборудование находится в зоне системы уравнивания потенциалов, а наибольшее рабочее напряжение не превышает 25 В переменного или 60 В постоянного тока
- 2) электрооборудование находится во всех остальных случаях, а наибольшее рабочее напряжение не превышает 6 В переменного или 15 В



#### постоянного тока.

Примечание. Здесь и далее в главе напряжение переменного тока означает среднеквадратичное значение напряжения переменного тока; напряжение постоянного тока - напряжение постоянного или выпрямленного тока с содержанием пульсаций не более 10% от среднеквадратичного значения.

Для заземления электроустановок могут быть использованы искусственные и естественные заземлители. Если при использовании естественных заземлителей сопротивление заземляющих устройств или напряжение прикосновения имеет допустимое значение, а также обеспечиваются нормированные значения напряжения на заземляющем устройстве и допустимые плотности токов в естественных заземлителях, выполнение искусственных заземлителей в электроустановках до 1 кВ не обязательно. Использование естественных заземлителей в качестве элементов заземляющих устройств не должно приводить к их повреждению при протекании по ним токов короткого замыкания или к нарушению работы устройств, с которыми они связаны.

Для заземления в электроустановках разных назначений и напряжений, территориально сближенных, следует, как правило, применять одно общее заземляющее устройство.

Заземляющее устройство, используемое для заземления электроустановок одного или разных назначений и напряжений, должно удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к заземлению этих электроустановок: защиты людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции, условиям режимов работы сетей, защиты электрооборудования от перенапряжения и т.д. в течение всего периода эксплуатации.

В первую очередь должны быть соблюдены требования, предъявляемые к защитному заземлению.

Заземляющие устройства защитного заземления электроустановок зданий и сооружений и молниезащиты II и III категорий этих зданий и сооружений, как правило, должны быть общими.

При выполнении отдельного (независимого) заземлителя для рабочего заземления по условиям работы информационного или другого чувствительного к воздействию помех оборудования должны быть приняты специальные меры защиты от поражения электрическим током, исключающие одновременное прикосновение к частям, которые могут оказаться под опасной разностью потенциалов при повреждении изоляции.

Для объединения заземляющих устройств разных электроустановок в одно общее заземляющее устройство могут быть использованы естественные и искусственные заземляющие проводники. Их число должно быть не менее двух.

Требуемые значения напряжений прикосновения и сопротивления



заземляющих устройств при стекании с них токов замыкания на землю и токов утечки должны быть обеспечены при наиболее неблагоприятных условиях в любое время года.

При определении сопротивления заземляющих устройств должны быть учтены искусственные и естественные заземлители.

При определении удельного сопротивления земли в качестве расчетного следует принимать его сезонное значение, соответствующее наиболее неблагоприятным условиям.

Заземляющие устройства должны быть механически прочными, термически и динамически стойкими к токам замыкания на землю.

Электроустановки напряжением до 1 кВ жилых, общественных и промышленных зданий и наружных установок должны, как правило, получать питание от источника с глухозаземленной нейтралью с применением системы TN.

Требования к выбору систем TN-C, TN-S, TN-C-S для конкретных электроустановок приведены в соответствующих главах ПУЭ.

Питание электроустановок напряжением до 1 кВ переменного тока от источника с изолированной нейтралью с применением системы IT следует выполнять, как правило, при недопустимости перерыва питания при первом замыкании на землю или на открытые проводящие части, связанные с системой уравнивания потенциалов. В таких электроустановках для защиты при косвенном прикосновении при первом замыкании на землю должно быть выполнено защитное заземление в сочетании с контролем изоляции сети или применены УЗО с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 мА.

Питание электроустановок напряжением до 1 кВ от источника с глухозаземленной нейтралью и с заземлением открытых проводящих частей при помощи заземлителя, не присоединенного к нейтрали (система ТТ), допускается только в тех случаях, когда условия электробезопасности в системе ТN не могут быть обеспечены. Для защиты при косвенном прикосновении в таких электроустановках должно быть выполнено автоматическое отключение питания с обязательным применением УЗО. При этом должно быть соблюдено условие:

### Ra $\times$ Ia <= 50 B,

где:

Ia - ток срабатывания защитного устройства;

Ra - суммарное сопротивление заземлителя и заземляющего проводника, при применении УЗО для защиты нескольких электроприемников - заземляющего проводника наиболее удаленного электроприемника.

При применении системы TN рекомендуется выполнять повторное заземление PE- и PEN-проводников на вводе в электроустановки зданий, а также



в других доступных местах. Для повторного заземления в первую очередь следует использовать естественные заземлители. Сопротивление заземлителя повторного заземления не нормируется.

Внутри больших и многоэтажных зданий аналогичную функцию выполняет уравнивание потенциалов посредством присоединения нулевого защитного проводника к главной заземляющей шине.

Если время автоматического отключения питания не удовлетворяет условиям 1.7.78 - 1.7.79 для системы TN и 1.7.81 для системы IT, то защита при косвенном прикосновении для отдельных частей электроустановки или отдельных электроприемников может быть выполнена применением двойной или усиленной изоляции (электрооборудование класса 2), сверхнизкого напряжения (электрооборудование класса 3), электрического разделения цепей изолирующих (непроводящих) помещений, зон, площадок.

Система IT напряжением до 1 кВ, связанная через трансформатор с сетью напряжением выше 1 кВ, должна быть защищена пробивным предохранителем от опасности, возникающей при повреждении изоляции между обмотками высшего и низшего напряжений трансформатора. Пробивной предохранитель должен быть установлен в нейтрали или фазе на стороне низкого напряжения каждого трансформатора.

В электроустановках напряжением выше 1 кВ с изолированной нейтралью для защиты от поражения электрическим током должно быть выполнено защитное заземление открытых проводящих частей.

В таких электроустановках должна быть предусмотрена возможность быстрого обнаружения замыканий на землю. Защита от замыканий на землю должна устанавливаться с действием на отключение по всей электрически связанной сети в тех случаях, в которых это необходимо по условиям безопасности (для линий, питающих передвижные подстанции и механизмы, торфяные разработки и т.п.).

В электроустановках напряжением выше 1 кВ с эффективно заземленной нейтралью для защиты от поражения электрическим током должно быть выполнено защитное заземление открытых проводящих частей.

Защитное зануление в системе TN и защитное заземление в системе IT электрооборудования, установленного на опорах ВЛ (силовые и измерительные трансформаторы, разъединители, предохранители, конденсаторы и другие аппараты), должно быть выполнено с соблюдением требований, приведенных в соответствующих главах ПУЭ, а также в настоящей главе.

Сопротивление заземляющего устройства опоры ВЛ, на которой установлено электрооборудование, должно соответствовать требованиям гл. 2.4 и 2.5.



#### 6.6. Меры защиты от прямого прикосновения

Основная изоляция токоведущих частей должна покрывать токоведущие части и выдерживать все возможные воздействия, которым она может подвергаться в процессе ее эксплуатации. Удаление изоляции должно быть возможно только путем ее разрушения. Лакокрасочные покрытия не являются изоляцией, защищающей от поражения электрическим током, за исключением случаев, специально оговоренных техническими условиями на конкретные изделия. При выполнении изоляции во время монтажа она должна быть испытана в соответствии с требованиями гл. 1.8. ПУЭ

В случаях, когда основная изоляция обеспечивается воздушным промежутком, защита от прямого прикосновения к токоведущим частям или приближения к ним на опасное расстояние, в том числе в электроустановках напряжением выше 1 кВ, должна быть выполнена посредством оболочек, ограждений, барьеров или размещением вне зоны досягаемости.

Ограждения и оболочки в электроустановках напряжением до 1 кВ должны иметь степень защиты не менее IP2X, за исключением случаев, когда большие зазоры необходимы для нормальной работы электрооборудования.

Ограждения и оболочки должны быть надежно закреплены и иметь достаточную механическую прочность.

Вход за ограждение или вскрытие оболочки должны быть возможны только при помощи специального ключа или инструмента либо после снятия напряжения с токоведущих частей. При невозможности соблюдения этих условий должны быть установлены промежуточные ограждения со степенью защиты не менее IP2X, удаление которых также должно быть возможно только при помощи специального ключа или инструмента.

Барьеры предназначены для защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям в электроустановках напряжением до 1 кВ или приближения к ним на опасное расстояние в электроустановках напряжением выше 1 кВ, но не исключают преднамеренного прикосновения и приближения к токоведущим частям при обходе барьера. Для удаления барьеров не требуется применения ключа или инструмента, однако они должны быть закреплены так, чтобы их нельзя было снять непреднамеренно. Барьеры должны быть из изолирующего материала.

Размещение вне зоны досягаемости для защиты от прямого прикосновения к токоведущим частям в электроустановках напряжением до 1 кВ или приближения к ним на опасное расстояние в электроустановках напряжением выше 1 кВ может быть применено при невозможности выполнения мер, указанных в 1.7.68 - 1.7.69, или их недостаточности. При этом расстояние между доступными одновременному прикосновению проводящими частями в электроустановках напряжением до 1 кВ должно быть не менее 2,5 м. Внутри зоны досягаемости не



должно быть частей, имеющих разные потенциалы и доступных одновременному прикосновению.

В вертикальном направлении зона досягаемости в электроустановках напряжением до 1 кВ должна составлять 2,5 м от поверхности, на которой находятся люди (рис. 1.7.6).

Указанные размеры даны без учета применения вспомогательных средств (например, инструмента, лестниц, длинных предметов).

Установка барьеров и размещение вне зоны досягаемости допускается только в помещениях, доступных квалифицированному персоналу.

В электропомещениях электроустановок напряжением до 1 кВ не требуется защита от прямого прикосновения при одновременном выполнении следующих условий:

- 1) эти помещения отчетливо обозначены, и доступ в них возможен только с помощью ключа;
- 2) обеспечена возможность свободного выхода из помещения без ключа, даже если оно заперто на ключ снаружи;
- 3) минимальные размеры проходов обслуживания соответствуют гл. 4.1ПУЭ

#### 6.7. Меры защиты от прямого и косвенного прикосновений

Сверхнизкое (малое) напряжение (СНН) в электроустановках напряжением до 1 кВ может быть применено для защиты от поражения электрическим током при прямом и/или косвенном прикосновениях в сочетании с защитным электрическим разделением цепей или в сочетании с автоматическим отключением питания.

В качестве источника питания цепей СНН в обоих случаях следует применять безопасный разделительный трансформатор в соответствии с ГОСТ 30030 "Трансформаторы разделительные и безопасные разделительные трансформаторы" или другой источник СНН, обеспечивающий равноценную степень безопасности.

Токоведущие части цепей СНН должны быть электрически отделены от других цепей так, чтобы обеспечивалось электрическое разделение, равноценное разделению между первичной и вторичной обмотками разделительного трансформатора.

Проводники цепей СНН, как правило, должны быть проложены отдельно от проводников более высоких напряжений и защитных проводников, либо отделены от них заземленным металлическим экраном (оболочкой), либо заключены в неметаллическую оболочку дополнительно к основной изоляции.

Вилки и розетки штепсельных соединителей в цепях СНН не должны

гранспорт

допускать подключение к розеткам и вилкам других напряжений.

Штепсельные розетки должны быть без защитного контакта.

При значениях СНН выше 25 В переменного или 60 В постоянного тока должна быть также выполнена защита от прямого прикосновения при помощи ограждений, или оболочек, или изоляции, соответствующей испытательному напряжению 500 В переменного тока в течение 1 мин.

При применении СНН в сочетании с электрическим разделением цепей открытые проводящие части не должны быть преднамеренно присоединены к заземлителю, защитным проводникам или открытым проводящим частям других цепей и к сторонним проводящим частям, кроме случая, когда соединение сторонних проводящих частей с электрооборудованием необходимо, а напряжение на этих частях не может превысить значение СНН.

СНН в сочетании с электрическим разделением цепей следует применять, когда при помощи СНН необходимо обеспечить защиту от поражения электрическим током при повреждении изоляции не только в цепи СНН, но и при повреждении изоляции в других цепях, например в цепи, питающей источник.

При применении СНН в сочетании с автоматическим отключением питания один из выводов источника СНН и его корпус должны быть присоединены к защитному проводнику цепи, питающей источник.

В случаях, когда в электроустановке применено электрооборудование с наибольшим рабочим (функциональным) напряжением, не превышающим 50 В переменного или 120 В постоянного тока, такое напряжение может быть использовано в качестве меры защиты от прямого и косвенного прикосновения, если при этом соблюдены требования 1.7.73 - 1.7.74.

#### 6.8. Меры защиты при косвенном прикосновении

#### Требования защиты при косвенном прикосновении распространяются на:

- 1) корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, светильников и т.п.;
  - 2) приводы электрических аппаратов;
- 3) каркасы распределительных щитов, щитов управления, щитков и шкафов, а также съемных или открывающихся частей, если на последних установлено электрооборудование напряжением выше 50 В переменного или 120 В постоянного тока (в случаях, предусмотренных соответствующими главами ПУЭ, выше 25 В переменного или 60 В постоянного тока);
- 4) металлические конструкции распределительных устройств, кабельные конструкции, кабельные муфты, оболочки и броню контрольных и силовых кабелей, оболочки проводов, рукава и трубы электропроводки, оболочки и



опорные конструкции шинопроводов (токопроводов), лотки, короба, струны, тросы и полосы, на которых укреплены кабели и провода (кроме струн, тросов и полос, по которым проложены кабели с зануленной или заземленной металлической оболочкой или броней), а также другие металлические конструкции, на которых устанавливается электрооборудование;

- 5) металлические оболочки и броню контрольных и силовых кабелей и проводов на напряжения, не превышающие указанные в 1.7.53, проложенные на общих металлических конструкциях, в том числе в общих трубах, коробах, лотках и т.п., с кабелями и проводами на более высокие напряжения;
  - 6) металлические корпуса передвижных и переносных электроприемников;
- 7) электрооборудование, установленное на движущихся частях станков, машин и механизмов.

При применении в качестве защитной меры автоматического отключения питания указанные открытые проводящие части должны быть присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания в системе TN и заземлены в системах IT и TT.

Не требуется преднамеренно присоединять к нейтрали источника в системе TN и заземлять в системах IT и TT:

- 1) корпуса электрооборудования и аппаратов, установленных на металлических основаниях: конструкциях, распределительных устройствах, щитах, шкафах, станинах станков, машин и механизмов, присоединенных к нейтрали источника питания или заземленных, при обеспечении надежного электрического контакта этих корпусов с основаниями;
- 2) конструкции, перечисленные в 1.7.76, при обеспечении надежного электрического контакта между этими конструкциями и установленным на них электрооборудованием, присоединенным к защитному проводнику;
- 3) съемные или открывающиеся части металлических каркасов камер распределительных устройств, шкафов, ограждений и т.п., если на съемных (открывающихся) частях не установлено электрооборудование или если напряжение установленного электрооборудования не превышает значений, указанных в 1.7.53;
- 4) арматуру изоляторов воздушных линий электропередачи и присоединяемые к ней крепежные детали;
  - 5) открытые проводящие части электрооборудования с двойной изоляцией;
- 6) металлические скобы, закрепы, отрезки труб механической защиты кабелей в местах их прохода через стены и перекрытия и другие подобные детали электропроводок площадью до 100 кв. см, в том числе протяжные и ответвительные коробки скрытых электропроводок.



При выполнении автоматического отключения питания в электроустановках напряжением до 1 кВ все открытые проводящие части должны быть присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания, если применена система ТN, и заземлены, если применены системы IT или ТТ. При этом характеристики защитных аппаратов и параметры защитных проводников должны быть согласованы, чтобы обеспечивалось нормированное время отключения поврежденной цепи защитно-коммутационным аппаратом в соответствии с номинальным фазным напряжением питающей сети.

В электроустановках, в которых в качестве защитной меры применено автоматическое отключение питания, должно быть выполнено уравнивание потенциалов.

Для автоматического отключения питания могут быть применены защитнокоммутационные аппараты, реагирующие на сверхтоки или на дифференциальный ток.

В системе TN время автоматического отключения питания не должно превышать значений, указанных в табл. 1.7.1 ПУЭ.

# 7. СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

#### 7.1. Способы защиты и безопасность в электроустановках

Основное требование электробезопасности заключается в том, что проводящие части, представляющие опасность для человека, не должны быть доступны для прикосновения, а никакие доступные одновременному прикосновению открытые и сторонние проводящие части не должны быть опасны для человека с точки зрения поражения электрическим током.

Безопасность обслуживающего персонала и посторонних лиц обеспечивается выполнением следующих мероприятий:

- соблюдение соответствующих (безопасных) расстояний до токоведущих частей, а в случае невозможности их соблюдения путем закрытия, ограждения токоведущих частей;
- применение блокировки аппаратов и ограждающих устройств для предотвращения ошибочных операций и доступа к токоведущим частям;
  - применение предупреждающей сигнализации, надписей и плакатов;
- применение средств защиты и приспособлений, а также выполнение мер защиты от прямого и косвенного прикосновения.

Защита от прямого прикосновения — защита для предотвращения прикосновения к токоведущим частям, находящимся под напряжением.



Для защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты от прямого прикосновения:

- основная изоляция токоведущих частей;
- ограждения и оболочки;
- установка барьеров;
- размещение вне зоны досягаемости;
- применение сверхнизкого (малого) напряжения.

Сверхнизкое (малое) напряжение (далее – СНН) – напряжение, не превышающее 50В переменного тока и 120В постоянного тока.

В жилых, общественных и тому подобных помещениях устройства для ограждения и закрытия токоведущих частей должны быть сплошные; в помещениях, доступных только для квалифицированного персонала, эти устройства могут быть сплошные, сетчатые или дырчатые.

Ограждающие и закрывающие устройства должны быть выполнены так, чтобы снимать или открывать их можно было только при помощи ключей или инструментов.

Все ограждающие и закрывающие устройства должны обладать требуемой (в зависимости от местных условий) механической прочностью.

При наличии условий, создающих повышенную или особую опасность, в качестве дополнительной защиты от прямого прикосновения в электроустановках напряжением до 1 кВ следует применять устройства защитного отключения (далее – УЗО) с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 mA.

Устройство защитного отключения — контактный коммутационный аппарат, предназначенный включать, проводить и отключать электрические токи при нормальном состоянии электрической цепи, а также автоматически отключать электрическую цепь в случае, когда значение дифференциального тока достигает заданной величины в определенных условиях.

Защита от прямого прикосновения не требуется, если электрооборудование находится в зоне системы уравнивания потенциалов, а наибольшее напряжение не превышает 25 В переменного или 60 В постоянного тока в помещениях без повышенной опасности и 6 В переменного или 15 В постоянного тока во всех случаях.

Защита при косвенном прикосновении — защита от поражения электрическим током при прикосновении к открытым проводящим частям, оказавшимся под напряжением при повреждении изоляции.



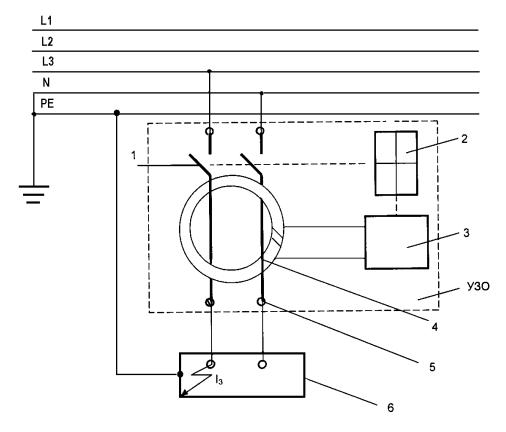


Рис. 35. Электрическая схема с УЗО 1 — главные контакты УЗО; 2 — механизм размыкания УЗО; 3 - расцепитель дифференциального тока УЗО; 4 — дифференциальный трансформатор УЗО; 5 — выводы УЗО; 6 - электроприемник

Для защиты от поражения электрическим током **при косвенном прикосновении должны быть применены** по отдельности или в сочетании следующие меры защиты:

- защитное заземление;
- автоматическое отключение питания;
- уравнивание потенциалов;
- выравнивание потенциалов;
- двойная или усиленная изоляция;
- сверхнизкое (малое) напряжение;
- защитное электрическое разделение цепей;
- изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки.

*Уравнивание потенциалов* — электрическое соединение проводящих частей для достижения равенства их потенциалов.

Защитное уравнивание потенциалов — уравнивание потенциалов, выполняемое в целях электробезопасности.

Выравнивание потенциалов — снижение разности потенциалов (шагового напряжения) на поверхности земли или пола при помощи защитных проводников,



проложенных в земле, в полу или на их поверхности и присоединенных к заземляющему устройству, или путем применения специальных покрытий земли.

Защитное электрическое разделение цепей — отделение одной электрической цепи от других цепей в электроустановках напряжением до 1 кВ при помощи двойной изоляции, или основной изоляции и защитного экрана, или усиленной изоляции.

*Непроводящие (изолирующие) помещения, зоны, площадки* — помещения, зоны, площадки, в которых (на которых) защита при косвенном прикосновении обеспечивается высоким сопротивлением пола и стен и в которых отсутствуют заземленные проводящие части.

*Безопасный разделительный трансформатор* – разделительный трансформатор, предназначенный для питания цепей сверхнизким напряжением.

Защиту при косвенном прикосновении следует выполнять во всех случаях, если напряжение в электроустановках превышает 50В переменного тока и 120В постоянного тока.

В помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках выполнение защиты при косвенном прикосновении может потребоваться при более низких напряжениях, например, 25В переменного и 60В постоянного тока или 12В переменного и 30В постоянного тока, в соответствии с требованиями ПУЭ.

# 7.2. Средства защиты, используемые в электроустановках

**Средство защиты** – средство, предназначенное для предотвращения или уменьшения воздействия на работающего опасных и (или) вредных производственных факторов.

При работе в электроустановках используются:

- 1) средства защиты от поражения электрическим током (электрозащитные средства);
- 2) средства защиты от электрических полей повышенной напряженности, коллективные и индивидуальные (в электроустановках напряжением 330 кВ и выше);
- 3) средства индивидуальной защиты (далее СИЗ) в соответствии с государственным стандартом.

К электрозащитным средствам относятся:

- 1) изолирующие штанги;
- 2) изолирующие клещи;
- 3) указатели напряжения;



- 4) сигнализаторы наличия напряжения индивидуальные и стационарные;
- 5) устройства и приспособления для обеспечения безопасности работ при измерениях и испытаниях в электроустановках (клещи электроизмерительные, устройства для прокола кабеля);
- 6) диэлектрические перчатки, галоши, боты;
- 7) диэлектрические ковры и изолирующие подставки;
- 8) защитные ограждения (щиты и ширмы);
- 9) изолирующие накладки и колпаки;
- 10) ручной изолирующий инструмент;
- 11) гибкие изолирующие покрытия и накладки для работ под напряжением в электроустановках напряжением до 1000В;
- 12) лестницы приставные и стремянки изолирующие стеклопластиковые;
- 13) переносные заземления;
- 14) плакаты и знаки безопасности.

<u>Из состава электрозащитных средств выделяют изолирующие</u> <u>электрозащитные средства</u>, которые по своим защитным свойствам делятся на **основные и дополнительные.** 

Основное изолирующее электрозащитное средство изолирующее электрозащитное которого средство, изоляция выдерживает рабочее длительно напряжение электроустановки И работать которое позволяет на токоведущих частях, находящихся под напряжением.

Дополнительное изолирующее электрозащитное средство изолирующее электрозащитное средство, которое само по себе не может при данном напряжении поражения обеспечить защиту OT электрическим током, но дополняет основное средство защиты, а также служит для защиты от напряжения прикосновения и напряжения шага.



Рис. 36. Основные и дополнительные средства защиты

К основным изолирующим электрозащитным средствам для электроустановок напряжением до 1000В относятся:

1) изолирующие штанги всех видов;



- 2) изолирующие клещи;
- 3) указатели напряжения;
- 4) электроизмерительные клещи;
- 5) диэлектрические перчатки;
- 6) ручной изолирующий инструмент.

**К** дополнительным изолирующим электрозащитным средствам для электроустановок до 1000В относятся:

- 1) диэлектрические галоши;
- 2) диэлектрические ковры,
- 3) изолирующие подставки;
- 4) изолирующие колпаки, покрытия и накладки;
- 5) лестницы приставные, стремянки изолирующие стеклопластиковые.

В электроустановках применяются следующие средства индивидуальной защиты:

- 1) средства защиты головы (каски защитные);
- 2) средства защиты глаз и лица (очки и щитки защитные);
- 3) средства защиты органов дыхания (противогазы и респираторы);
- 4) средства защиты рук (рукавицы);
- 5) средства защиты от падения с высоты $^5$ ;
- б) одежда специальная защитная (комплекты для защиты от электрической дуги).



Рис. 37.

Изолирующие части электрозащитных средств должны быть выполнены из электроизоляционных материалов, не поглощающих влагу, с устойчивыми диэлектрическими и механическими свойствами.

Поверхности изолирующих частей должны быть гладкими, без трещин, расслоений и царапин.

При использовании основных изолирующих электрозащитных средств достаточно применение одного дополнительного, за исключением особо оговоренных случаев.

При необходимости защитить работающего от напряжения шага диэлектрические боты или галоши могут использоваться без основных средств защиты.

<sup>5</sup> Правила работы на высоте Приказ Минтруда и соцзащиты РФ от 28.03.2014 №155н





#### 7.2.1. Порядок и общие правила пользования средствами защиты

1. Персонал, проводящий работы в электроустановках, должен быть обеспечен всеми необходимыми средствами защиты, обучен правилам применения и обязан пользоваться ими для обеспечения безопасности работ.

Средства защиты должны находиться в качестве инвентарных в помещениях электроустановок или входить в инвентарное имущество выездных бригад.

- 2. При работах следует использовать только средства защиты, имеющие маркировку с указанием завода изготовителя, наименования или типа изделия и года выпуска, а также штамп об испытании.
- 3. Инвентарные средства защиты распределяются между объектами (электроустановками) в соответствии с системой организации эксплуатации, местными условиями и нормами комплектования.

Такое распределение с указанием мест хранения средств защиты должно быть зафиксировано в перечнях, утвержденных техническим руководителем организации или работником, ответственным за электрохозяйство.

- 4. При обнаружении непригодности средств защиты они подлежат изъятию. Об изъятии непригодных средств защиты должна быть сделана запись в Журнале учета и содержания средств защиты или в оперативной документации.
- 5. Изолирующими электрозащитными средствами следует пользоваться только по их прямому назначению в электроустановках напряжением не выше того, на которое они рассчитаны (наибольшее допустимое рабочее напряжение), в соответствии с руководствами по эксплуатации, инструкциями, паспортами и т.п. на конкретные средства защиты.
- 6. Изолирующие электрозащитные средства рассчитаны на применение в закрытых электроустановках, а в открытых электроустановках только в сухую погоду. В изморось и при осадках пользоваться ими не допускается.

На открытом воздухе в сырую погоду могут применяться только средства защиты специальной конструкции, предназначенные для работы в таких условиях. Такие средства защиты изготавливаются, испытываются и используются в соответствии с техническими условиями и инструкциями.

7. Перед каждым применением средства защиты персонал обязан проверить его исправность, отсутствие внешних повреждений и загрязнений, а также проверить по штампу срок годности.

Не допускается пользоваться средствами защиты с истекшим сроком годности.

8. При использовании электрозащитных средств не допускается прикасаться к их рабочей части, а также к изолирующей части за ограничительным кольцом или упором.



# 7.2.2. Порядок хранения средств защиты

- 1. Средства защиты необходимо хранить и перевозить в условиях, обеспечивающих их исправность и пригодность к применению, они должны быть защищены от механических повреждений, загрязнения и увлажнения.
  - 2. Средства защиты необходимо хранить в закрытых помещениях.

Средства защиты размещают, как правило, у входа в помещение в месте, защищенном от пыли, влаги, воздействия кислот, щелочей, масел, бензина и других разрушающих веществ, а также от прямого воздействия солнечных лучей, на расстоянии не менее 1 м от нагревательных приборов.

Средства защиты из резины и полимерных материалов следует хранить в шкафах, на стеллажах, полках, отдельно от инструмента и других средств защиты. Хранение указанных средств защиты в навал в мешках, ящиках не допускается.

Изолирующие штанги, клещи следует хранить в условиях, исключающих их прогиб и соприкосновение со стенами, предпочтительно подвешенными на крючках или кронштейнах.

#### 7.2.3. Учет средств защиты и контроль за их состоянием

1. Все находящиеся в эксплуатации электрозащитные средства и средства индивидуальной защиты должны быть пронумерованы, за исключением касок защитных, диэлектрических ковров, изолирующих подставок, плакатов безопасности, защитных ограждений. Допускается использование заводских номеров.

Инвентарный номер наносят, как правило, непосредственно на средство защиты краской или выбивают на металлических деталях. Возможно также нанесение номера на прикрепленную к средству защиты специальную бирку.

Если средство защиты состоит из нескольких частей, общий для него номер необходимо ставить на каждой части.

- 2. В подразделениях предприятий и организаций необходимо вести журналы учета и содержания средств защиты.
- 3. Наличие и состояние средств защиты проверяется периодическим осмотром, который проводится не реже 1 раза в 6 мес. (для переносных заземлений не реже 1 раза в 3 мес.) работником, ответственным за их состояние, с записью результатов осмотра в журнал.
- 4. Электрозащитные средства, кроме изолирующих подставок, диэлектрических ковров, переносных заземлений, защитных ограждений, плакатов и знаков безопасности, а также предохранительные монтерские пояса и страховочные канаты должны быть проверены по нормам эксплуатационных испытаний.



5. На выдержавшие испытания средства защиты, применение которых зависит от напряжения электроустановки, ставится штамп следующей формы:

№кВ Годно докВ Дата следующего испытания «»20г.		
(наименование лаборатории)		

На средства защиты, применение которых не зависит от напряжения электроустановки (диэлектрические перчатки, галоши, боты и т.п.), ставится штамп следующей формы:

№		
(наименование лаборатории)		

Штамп должен быть отчетливо виден. Он должен наноситься несмываемой краской или наклеиваться на изолирующей части около ограничительного кольца изолирующих электрозащитных средств. Если средство защиты состоит из нескольких частей, штамп ставят только на одной части. Способ нанесения штампа и его размеры не должны ухудшать изоляционных характеристик средств защиты.

На средствах защиты, не выдержавших испытания, штамп должен быть перечеркнут красной краской.

Изолированный инструмент, указатели напряжения до 1000 B, а также предохранительные пояса и страховочные канаты разрешается маркировать доступными средствами.

*Таблица 5.* Периодичность эксплуатационных электрических испытаний средств защиты

Наименование средств защиты	Периодичность испытаний
Диэлектрические боты	1 раз в 36 месяцев
Изолирующие штанги всех видов	1 раз в 24 месяца
Изолирующие клещи	1 раз в 24 месяца
Электроизмерительные клещи	1 раз в 24 месяца
Указатели напряжения	1 раз в 12 месяцев
Ручной изолирующий инструмент с	1 раз в 12 месяцев



однослойной изоляцией	
Диэлектрические галоши	1 раз в 12 месяцев
Изолирующие колпаки,	1 раз в 12 месяцев
покрытия и накладки	
Диэлектрические перчатки	1 раз в 6 месяцев
Лестницы приставные, стремянки	1 раз в 6 месяцев
изолирующие стеклопластиковые	

Электрическим эксплуатационным испытаниям не подлежат:

- 1) изолирующие подставки;
- 2) диэлектрические ковры;
- 3) переносные заземления;
- 4) защитные ограждения;
- 5) плакаты и знаки безопасности.

### 7.3. Электрозащитные средства

#### 7.3.1. Изолирующие штанги

Штанги изолирующие предназначены для оперативной работы (операции с разъединителями, смена предохранителей), измерений, для наложения переносных заземлений, а также для освобождения пострадавшего от действия электрического тока. Штанги должны состоять из трех основных частей: рабочей, изолирующей и рукоятки. Изолирующая часть должна ограничиваться со стороны рукоятки кольцом или упором. Высота ограничительного



Рис. 38. Изолирующая штанга

кольца или упора должна быть не менее 3 мм (не менее 5 мм для штанг, применяемых в электроустановках напряжением выше 1000В).

# 7.3.2. Клещи изолирующие



Рис. 39. Клещи изолирующие

Клеши изолирующие предназначены для замены предохранителей в электроустановках до и выше 1000 В, а также для снятия накладок, ограждений и других аналогичных работ в электроустановках до 35 кВ включительно. Вместо клещей при необходимости допускается изолирующие штанги с универсальной головкой. Клещи состоят из рабочей части (губок клещей), изолирующей части и рукояток (рукоятки). При работе с клещами по замене предохранителей в электроустановках напряжением до 1000В необходимо применять средства защиты глаз и лица, а клещи держать в вытянутой руке.



#### 7.3.3. Указатели напряжения

Указатели напряжения до 1000В предназначены для определения наличия или отсутствия напряжения на токоведущих частях электроустановок.

В электроустановках напряжением до 1000В применяются указатели двух типов: двухполюсные и однополюсные.

Двухполюсные указатели предназначены для электроустановок переменного и постоянного тока.

Однополюсные указатели предназначены для электроустановок только переменного тока.





Рис. 40. Указатель напряжения

Применение двухполюсных указателей является предпочтительным.

Применение контрольных ламп для проверки отсутствия напряжения не допускается.

Размеры корпусов указателей напряжения не нормируются и определяются удобством пользования.

Каждый корпус двухполюсного указателя должен иметь жестко закрепленный электрод – наконечник, длина неизолированной части которого не должна превышать 7 мм, кроме указателей для воздушных линий, у которых электродов – наконечников длина неизолированной части определяется техническими условиями. Напряжение индикации указателей напряжения должно составлять не более 50В.

Указатели напряжения до 1000В могут выполнять также дополнительные функции: проверка целостности электрических цепей, определение фазного провода, определение полярности в цепях постоянного тока и т.д. При этом указатели не должны содержать коммутационных элементов, предназначенных для переключения режимов работы.

# Правила пользования указателями напряжения

- 1. Перед началом работы с указателем необходимо проверить его исправность путем кратковременного прикосновения к токоведущим частям, заведомо находящимся под напряжением.
- 2. При проверке отсутствия напряжения время непосредственного контакта указателя с контролируемыми токоведущими частями должно быть не менее 5с.



3. При пользовании однополюсными указателями напряжения должен быть обеспечен контакт между электродом на торцевой (боковой) части корпуса и рукой оператора. Применение диэлектрических перчаток не допускается.

#### 7.3.4. Клещи электроизмерительные

Клещи предназначены для измерения тока в электрических цепях напряжением до 10 кВ, а также тока, напряжения и мощности в электроустановках до 1 кВ без нарушения целостности цепей.

Клещи представляют собой трансформатор тока с разъемным магнитопроводом, первичной обмоткой которого является проводник с измеряемым током, а во вторичную обмотку включен измерительный прибор.

При измерениях клещи следует держать на весу, не допускается наклоняться к прибору для отсчета показаний.

Не допускается работать с клещами до 1000 B, находясь на опоре ВЛ, если клещи специально не предназначены для этой цели.



Рис. 41. Клещи электроизмерительные

#### 7.3.5. Перчатки диэлектрические

В электроустановках могут применяться перчатки из диэлектрической резины бесшовные или со швом, пятипалые или двухпалые.

В электроустановках разрешается использовать только перчатки с маркировкой по защитным свойствам Эв и Эн.

Длина перчаток должна быть не менее 350 мм.

Размер диэлектрических перчаток должен позволять надевать под них трикотажные перчатки для защиты рук от пониженных температур при работе в холодную погоду.

Ширина по нижнему краю перчаток должна позволять натягивать их на рукава верхней одежды.

Перед применением перчатки следует осмотреть, обратив внимание на отсутствие механических повреждений, загрязнения и увлажнения, а также проверить наличие проколов путем скручивания перчаток в сторону пальцев.





Рис. 42. Перчатки диэлектрические

При работе в перчатках их края не допускается подвертывать. Для защиты от механических повреждений разрешается надевать поверх перчаток кожаные или брезентовые рукавицы или перчатки; длина рукавиц не должна превышать 300 мм.



# 7.3.6. Обувь специальная диэлектрическая

Обувь специальная диэлектрическая (галоши, боты) является дополнительным электрозащитным средством при

работе в закрытых, а при отсутствии осадков – в открытых электроустановках. Диэлектрическая обувь также защищает работающих от напряжения шага.

Галоши применяют в электроустановках напряжением до  $1000~\rm{B},~\rm{fot}_{\rm b}-\rm{npu}~\rm{bcex}$  напряжениях.

По защитным свойствам обувь обозначают: Эн – галоши, Эв – боты.



Рис. 43. Обувь диэлектрическая

Диэлектрическая обувь должна отличаться от остальной резиновой обуви:

- цветом,
- материалом, из которого она изготовлена,
- наличием штампа о проверке,
- наличием инвентарного номера.

Электроустановки должны комплектоваться диэлектрической обувью нескольких размеров.

Перед применением галоши и боты подлежат осмотру: при этом следует обращать внимание на отсутствие увлажнения, загрязнения, различных дефектов (порывов, отслоения облицовочных деталей или подкладки, наличие посторонних жестких включений и т.п.).

# 7.3.7. Ковры диэлектрические резиновые и подставки изолирующие

Ковры диэлектрические резиновые и подставки изолирующие применяются как дополнительные электрозащитные средства в электроустановках до и выше 1000В.

Ковры применяют в закрытых электроустановках, кроме сырых помещений, а также в открытых электроустановках в сухую погоду.

Ковры изготавливаются толщиной  $6\pm 1$  мм, длиной от 500 до 8000 мм и шириной от 500 до 1200 мм. Минимальный размер ковров 500 х 500 мм.

Ковры должны иметь рифленую лицевую поверхность и быть одноцветными.

Подставки применяют в сырых и подверженных загрязнению помещениях.

Изолирующая подставка представляет собой настил, укрепленный на опорных изоляторах высотой не менее 70 мм.

Минимальный размер настила 500 х 500 мм. Настил изготавливается из хорошо просушенных строганных деревянных планок без сучков и косослоя.



Зазоры между планками должны составлять 10-30 мм. Планки должны соединяться без применения металлических крепежных деталей. Настил должен быть окрашен со всех сторон. Допускается изготавливать настил из синтетических материалов.

В эксплуатации ковры и подставки не испытывают. Их осматривают не реже 1 раза в 6 месяцев, а также непосредственно перед применением.

При обнаружении механических дефектов ковры изымают из эксплуатации и заменяют новыми, а подставки направляют в ремонт.

После ремонта подставки должны быть испытаны по нормам приемо-сдаточных испытаний.



Рис. 44. Диэлектрические ковры, изолирующие подставки

# 7.3.8. Щиты (ширмы)

Щиты (ширмы) применяются для временного ограждения токоведущих частей, находящихся под напряжением.

Щиты изготавливают из сухого дерева или других прочных электроизоляционных материалов без применения металлических крепежных деталей.

Поверхность щитов может быть сплошной или решетчатой.

Высота щита должна быть не менее 1,7 м, а расстояние от нижней кромки до пола – не более 100 мм.

На щитах должны быть жестко укреплены предупреждающие плакаты «Стой! Напряжение» или нанесены соответствующие надписи.

В эксплуатации щиты не испытывают. Их осматривают не реже 1 раза в 6 месяцев, а также непосредственно перед применением.

При осмотрах следует проверять прочность соединения



Рис. 45. Щиты



частей, их устойчивость и прочность деталей, предназначенных для установки или крепления щитов, наличие плакатов и знаков безопасности.

При установке щитов в электроустановках напряжением до 1000В расстояние от щитов до ограждаемых токоведущих частей не нормируется; прикосновение щитов к ограждаемым токоведущим частям не допускается.

Щиты должны устанавливаться надежно и не препятствовать выходу персонала из помещения при возникновении опасности.

Не допускается убирать или переставлять до полного окончания работы ограждения, установленные при подготовке рабочих мест.

#### 7.3.9 Накладки изолирующие

Накладки применяются в электроустановках до 20 кВ для предотвращения случайного прикосновения к токоведущим частям в тех случаях, когда нет возможности оградить рабочее место щитами. В электроустановках до 1000В накладки применяют также для предупреждения ошибочного включения рубильников.

Конструкция и размеры накладок должны позволять полностью закрывать токоведущие части.

В электроустановках до 1000В применяют как жесткие, так и гибкие накладки из полимерных материалов. Допускается использовать гибкие накладки из диэлектрической резины для закрытия токоведущих частей при работах без снятия напряжения.

Установка и снятие накладок в электроустановках до 1000В могут производиться одним работником с применением диэлектрических перчаток.

В процессе эксплуатации накладки осматриваются не реже 1 раза в 6 месяцев. При обнаружении механических дефектов накладки изымают из эксплуатации и заменяют новыми.

Перед применением накладки очищают от загрязнения и проверяют на отсутствие трещин, разрывов и других повреждений.

# 7.3.10 Заземления переносные

Переносные заземления относят к электрозащитным средствам.

Заземления переносные предназначены для защиты работающих на отключенных токоведущих частях электроустановок от ошибочно поданного или наведенного напряжения при отсутствии стационарных заземляющих ножей.

Заземления состоят из проводов с зажимами для закрепления их на токоведущих частях и струбцин для присоединения к заземляющим проводникам. Заземления могут иметь штанговую или бесштанговую конструкцию.



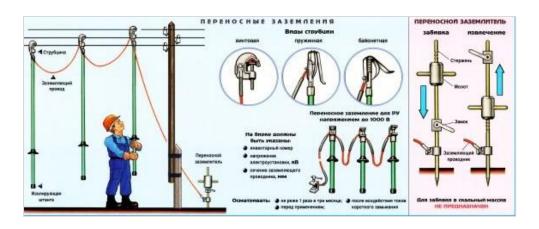


Рис. 46. Заземления переносные

Провода заземлений должны быть гибкими, они могут быть медными или алюминиевыми, неизолированными или заключенными в прозрачную защитную оболочку.

Сечение проводов заземления должно выдерживать ток короткого замыкания электроустановки, при этом их нагрев не должен превышать установленных предельных значений. Сечение проводов заземления определяется расчетом, но во всех случаях в электроустановках напряжением до 1000В сечение медного провода заземления должно быть не менее 16 мм<sup>2</sup>.

Соединения провода заземления с устройствами крепления (зажимами, струбцинами, скобами) должны быть выполнены методом опрессовки, сварки или болтами. Применение пайки для контактных соединений не допускается.

На каждом заземлении должны быть обозначены номинальное напряжение электроустановки, сечение проводов и инвентарный номер.

Эти данные выбиваются на одном из зажимов или на бирке, закрепленной на заземлении.

Места для присоединения заземлений должны иметь свободный и безопасный доступ.

Установка и снятие переносных заземлений должна выполняться в диэлектрических перчатках.

В процессе эксплуатации заземления осматривают не реже 1 раза в 3 месяца, а также непосредственно перед применением и после воздействия токов короткого замыкания. При обнаружении механических дефектов контактных соединений, обрыва более 5% проводников, их расплавлении заземления должны быть изъяты из эксплуатации.

# 7.3.11. Лестницы приставные и стремянки изолирующие стеклопластиковые

Изолирующие приставные лестницы и стремянки предназначены для проведения строительных, монтажных, ремонтных и эксплуатационных работ в электроустановках или электротехнологических установках.



Тетивы и ступеньки лестниц и стремянок должны изготавливаться из стеклопластика электроизоляционного, поверхность которого должна быть покрыта атмосферостойкими электроизоляционными эмалью или лаком.

Тетивы приставных лестниц и стремянок для обеспечения устойчивости должны расходиться книзу. Ширина приставной лестницы и стремянки вверху должна быть не менее 300 мм, внизу — не менее 400 мм.

Расстояние между ступеньками лестниц и стремянок должно быть от 250 до 350 мм, а расстояние от первой ступеньки до уровня поверхности установки (пола, земли и т.п.) – не более 400 мм.

Общая длина одноколенной приставной лестницы не должна превышать 5м.

Конструкция приставных лестниц и стремянок должна обеспечивать надежное крепление ступенек к тетивам, при этом каждая ступенька должна крепиться к тетивам с помощью клеевого соединения с использованием штифтов, винтов, заклепок, развальцовки или иным способом.

Приставные лестницы и стремянки должны быть снабжены устройством, предотвращающим возможность их сдвига или опрокидывания при работе. Верхние концы тетивы лестниц могут быть снабжены приспособлениями для закрепления на элементах конструкции. Нижние концы тетивы лестниц и стремянок должны быть оборудованы металлическими оконцевателями для установки на грунт, а при использовании на гладких поверхностях должны быть оснащены башмаками из эластичного материала, предотвращающего проскальзывание.

Конструкция стремянок должна обеспечивать угол наклона рабочей секции стремянки к поверхности установки, равный 75°, и должна исключать самопроизвольное раздвижение секций стремянки из рабочего положения.

# Правила пользования

До начала работы с приставной лестницей необходимо обеспечить ее устойчивость. При установке приставной лестницы в условиях, когда возможно смещение ее верхнего конца, последний необходимо надежно закрепить за устойчивые конструкции.

При необходимости, в целях предупреждения падения лестницы от случайных толчков, место ее установки следует оградить или охранять.

#### Не допускается:

- работать с приставной лестницы, стоя на ступеньке, находящейся на расстоянии менее 1 м от верхнего ее конца;
- устанавливать приставную лестницу под углом более 75°к горизонтальной поверхности без дополнительного крепления ее верхней части;
- находиться на ступеньках лестницы более чем одному человеку;
- поднимать и опускать по лестнице груз;
- оставлять на лестнице инструмент;



- работать с использованием электрического и пневматического инструмента, строительно – монтажных пистолетов;
- устанавливать лестницу на ступени маршей лестничной клетки;
- выполнять газо и электросварочные работы;
- выполнять натяжение проводов и т.п.

До начала работы со стремянкой она должна быть установлена в рабочее положение, при этом должна быть обеспечена ее устойчивость.

#### Не допускается:

- работать с двух верхних ступенек стремянок, не имеющих перил или упоров;
- находиться на ступеньках стремянки более чем одному человеку;
- работать с использованием электрического и пневматического инструмента, строительно – монтажных пистолетов;
- выполнять газо- и электросварочные работы;
- выполнять натяжение проводов, поддерживание на высоте тяжелых деталей и т.п.

#### 7.3.12. Колпаки изолирующие

Колпаки предназначены для применения в электроустановках до 10 кВ, конструкция которых по условиям электробезопасности исключает возможность наложения переносных заземлений при проведении ремонтов, испытаний и определении мест повреждения.

Колпаки изготавливаются двух типов:

- для установки на жилах отключенных кабелей;
- для установки на ножах отключенных разъединителей.

Конструкция колпаков должна



Рис. 47. Колпаки переносные

позволять их надежное закрепление на жилах кабелей, а также

возможность установки на ножи разъединителей при помощи оперативной штанги.

Колпаки могут изготавливаться из диэлектрической резины или других электроизоляционных материалов с устойчивыми диэлектрическими свойствами.

# Правила пользования

Перед установкой колпаков должно быть проверено отсутствие напряжения на жилах кабеля и ножах разъединителей.



Установка и снятие колпаков должны производиться двумя работниками с применением изолирующей штанги и диэлектрических перчаток.

#### 7.3.13. Инструмент ручной изолирующий

Ручной изолирующий инструмент (отвертки, пассатижи, плоскогубцы, круглогубцы, кусачки, ключи гаечные, ножи монтерские и т.п.) применяется в электроустановках до 1000В в качестве основного электрозащитного средства.

Инструмент может быть двух видов:

– инструмент, полностью изготовленный из проводящего материала и покрытый электроизоляционным материалом целиком или частично;



Рис. 48. Изолирующий инструмент

инструмент, изготовленный полностью электроизоляционного материала и имеющий, при необходимости, металлические вставки. Разрешается применять инструмент, изготовленный В соответствии государственным стандартом, c однослойной многослойной разноцветной И изоляцией.

Изолирующее покрытие должно быть неснимаемым и выполнено из прочного, нехрупкого, влагостойкого и маслобензостойкого негорючего изоляционного материала.

Каждый слой многослойного изоляционного покрытия должен иметь свою окраску.

Изоляция стержней отверток должна оканчиваться на расстоянии не более 10 мм от конца

жала отвертки

У пассатижей, плоскогубцев, кусачек и т.п., длина ручек которых менее 400 мм, изолирующее

покрытие должно иметь упор высотой не менее 10 мм на левой и правой частях рукояток и 5 мм на верхней и нижней частях рукояток, лежащих на плоскости.

У монтерских ножей минимальная длина изолирующих ручек должна составлять 100 мм. На ручке должен находиться упор со стороны рабочей части и высотой не менее 5 мм, при этом минимальная длина изолирующего покрытия между крайней точкой упора и неизолированной частью инструмента по всей рукоятке должна составлять 12 мм, а длина неизолированного лезвия ножа не должна превышать 65 мм.

Инструмент с многослойной изоляцией в процессе эксплуатации осматривают не реже 1 раза в 6 месяцев. Если покрытие состоит из двух слоев, то при появлении другого цвета из-под верхнего слоя, инструмент изымают из эксплуатации.



Если покрытие состоит из трех слоев, то при повреждении верхнего слоя инструмент может быть оставлен в эксплуатации. При появлении нижнего слоя изоляция инструмент подлежит изъятию.

#### Правила пользования

Перед каждым применением инструмент должен быть осмотрен. Изолирующие покрытия не должны иметь дефектов, которые приводят к ухудшению внешнего вида и снижению механической и электрической прочности.

При хранении и транспортировании инструмент должен быть предохранен от увлажнения и загрязнения.

#### 7.3.14. Плакаты и знаки безопасности

Плакаты и знаки безопасности относят к электрозащитным средствам.

#### Плакаты и знаки безопасности предназначены:

- 1) для запрещения действий с коммутационными аппаратами, при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на место работы (запрещающие плакаты);
- 2) для предупреждения об опасности приближения к токоведущим частям, находящимся под напряжением, и передвижения без средств защиты в ОРУ 330 кВ и выше с напряженностью электрического поля выше допустимой (предупреждающие знаки и плакаты);
- 3) для разрешения конкретных действий только при выполнении определенных требований безопасности (предписывающие плакаты);
- 4) для указания местонахождения различных объектов и устройств (указательный плакат).

Плакаты и знаки безопасности должны изготавливаться в соответствии с требованиями государственного стандарта.

По характеру применения плакаты могут быть постоянными и переносными, а знаки – постоянными.

**Постоянные плакаты** и знаки рекомендуется изготавливать из электроизоляционных материалов, а знаки на бетонные и металлические поверхности наносить красками с помощью трафаретов.

**Переносные плакаты** следует изготавливать только из электроизоляционных материалов.

Применение постоянных плакатов и знаков из металла допускается только вдали от токоведущих частей.



#### Содержание надписей на плакатах безопасности



Рис. 49. Содержание надписей на плакатах безопасности

#### 7.4. Средства индивидуальной защиты

#### 7.4.1. Каски защитные

Каски предназначены для защиты головы работающего от механических повреждений, от воды и агрессивных жидкостей, а также от поражения электрическим током при случайном касании токоведущих частей, находящихся под напряжением до 1000 В.

В зависимости от условий применения каска может комплектоваться утепленным подшлемником и водозащитной пелериной, противошумными наушниками, для сварщиков, головными светильниками.

Общие технические требования защитным, требования к каскам каскам

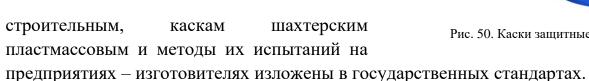




Рис. 50. Каски зашитные

Каски состоят из корпуса, внутренней оснастки (амортизатора и несущей ленты) и подбородного ремня.

Для изготовления касок должны применяться нетоксичные материалы, устойчивые к действию кислот, минеральных масел, бензина и дезинфицирующих средств.



Нормативный срок эксплуатации касок, в течение которого они должны сохранять свои защитные свойства, указывается в технической документации на конкретный тип каски.

# Правила эксплуатации

Перед каждым применением каски должны быть осмотрены с целью контроля отсутствия механических повреждений.

После истечения нормативного срока эксплуатации каски изымаются из эксплуатации.

#### 7.4.2. Очки и щитки защитные

Очки и щитки защитные предназначены для защиты глаз и лица от слепящего света электрической дуги, ультрафиолетового и инфракрасного излучения, твердых частиц и пыли, искр, брызг агрессивных жидкостей и расплавленного металла.

В электроустановках должны использоваться очки и щитки, отвечающие требованиям соответствующих государственных стандартов.

Рекомендуется применять очки закрытого типа с непрямой вентиляцией и светофильтрами и щитки наголовные со светофильтрующим, ударостойким, химически стойким и сетчатым корпусом, а также наголовные, ручные и универсальные для сварщиков.

Очки герметичные для защиты глаз от вредного воздействия различных газов, паров, дыма, брызг агрессивных жидкостей должны полностью изолировать подочковое пространство от окружающей среды и комплектоваться незапотевающей пленкой.

Конструкция щитков должна обеспечивать как надежную фиксацию стекол в стеклодержателе, так и возможность их замены без применения специального инструмента.

Корпуса щитков для сварщиков должны быть непрозрачными и выполнены из нетокопроводящего материала, стойкого к искрам и брызгам расплавленного металла.

На корпусе крепится стеклодержатель со <sub>Рис. 51</sub>. светофильтрами.

# Правила пользования

Перед каждым применением очки и щитки должны быть осмотрены с целью контроля отсутствия механических повреждений.

Во избежание запотевания стекол очков при продолжительной работе внутреннюю поверхность стекол следует смазывать специальной смазкой.



При загрязнении очки и щитки следует промывать теплым мыльным раствором, затем прополаскивать и вытирать мягкой тканью.

# 7.4.3. Рукавицы специальные

Рукавицы предназначены для защиты рук работающего от механических травм, повышенных и пониженных температур, от искр и брызг расплавленного металла, масел, мастик, воды, агрессивных жидкостей.

Рукавицы могут иметь специальное назначение, например, для работы с кислотами и щелочами, с нагретыми поверхностями, специальные рукавицы для сварщиков и т.п.

Рукавицы могут быть с усилительными защитными накладками, обычной длины или удлиненные с крагами. Длина рукавиц обычно не превышает 300 мм, а длина рукавиц с крагами должна быть не менее 420 мм.

# Правила пользования

Перед каждым применением рукавицы должны быть осмотрены с целью контроля отсутствия механических повреждений.

При работе рукавицы должны плотно облегать рукава одежды.

Рукавицы следует очищать по мере загрязнения, просушивать, при необходимости ремонтировать.

# 7.4.4. Противогазы и респираторы

Противогазы и респираторы являются средствами индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), общие технические требования к которым должны соответствовать государственным стандартам.

В закрытых РУ для защиты работающих от отравления или удушения газами, образующимися при горении электроизоляционных и других материалов при авариях и пожарах, следует применять изолирующие противогазы.



Рис. 52. Противогазы



Фильтрующими противогазами разрешается пользоваться только с гопкалитовым патроном, защищающим от окиси углерода, при температуре не ниже  $6^{\circ}$ C.

При сварочных и других работах для защиты от аэрозолей, пыли и т.д. следует применять противопылевые и противоаэрозольные респираторы.

# Правила эксплуатации

Противогазы перед каждой выдачей, а также не реже одного раза в 3 месяца проверяют на пригодность к использованию (отсутствие механических повреждений, герметичность, исправность шлангов и воздуходувки). Кроме того, противогазы подвергаются периодическим испытаниям на специализированных предприятиях в срок и по нормам, указанным в руководствах по эксплуатации.

Респираторы перед применением осматривают с целью контроля отсутствия механических повреждений.

Все СИЗОД выдаются только в индивидуальное пользование. Передача другим лицам СИЗОД, использовавшихся ранее, может осуществляться только после дезинфекции, проведенной в соответствии с руководствами по эксплуатации.

При использовании изолирующих противогазов необходимо следить, чтобы работающие постоянно находились под контролем наблюдающих, остающихся вне опасной зоны и способных при необходимости оказать помощь работающим.

# 7.4.5. Комплекты для защиты от электрической дуги

Комплекты предназначены для защиты тела работающего от воздействия электрической дуги, которая может возникнуть при оперативных переключениях в действующих электроустановках всех классов напряжений.

Костюмы, входящие в комплект, могут быть зимними и летними.

В комплект входят каска термостойкая с защитным

экраном для лица, подшлемник термостойкий, перчатки <sub>Рис. 53.</sub> термостойкие. В комплект дополнительно могут входить белье нательное хлопчатобумажное или термостойкое и дополнительная куртканакидка.

Набор компонентов комплекта определяется в зависимости от конкретных условий эксплуатации: значения тока короткого замыкания, напряжения электроустановки, времени воздействия дуги, расстояния до источника дуги, расстояния между электродами, вида распредустройства (ОРУ, ЗРУ).





#### Правила пользования

Правила пользования комплектами изложены в руководствах по эксплуатации.

Комплекты выдаются только в индивидуальное пользование. Передача другим работникам комплектов, использовавшихся ранее, может осуществляться только после дезинфекции, проведенной в соответствии с руководством по эксплуатации. Передача другим работникам нательного белья, использовавшегося ранее не допускается.

Куртка – накидка может быть дежурной.

Перед каждым применением комплекты должны быть осмотрены с целью контроля отсутствия механических повреждений.

Термостойкие перчатки надеваются под диэлектрические.

Зимний костюм можно надевать поверх летнего для усиления защитных свойств.

Стирку и химическую чистку одежды следует проводить в соответствии с руководством по эксплуатации.

# 8. ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

# 8.1. Основные требования безопасности при обслуживании электроустановок

Капитальный ремонт электрооборудования напряжением выше 1000 В, работа на токоведущих частях без снятия напряжения в электроустановках напряжением выше 1000 В, а также ремонт ВЛ независимо от напряжения должны выполняться по технологическим картам или проекту производства работ (далее - ППР), утвержденным руководителем организации (обособленного подразделения).

В электроустановках напряжением до 1000 В при работе под напряжением необходимо:

- 1) снять напряжение с расположенных вблизи рабочего места других токоведущих частей, находящихся под напряжением, к которым возможно случайное прикосновение, или оградить их;
- 2) работать в диэлектрических галошах или стоя на изолирующей подставке либо на резиновом диэлектрическом ковре;
- 3) применять изолированный инструмент (у отверток должен быть изолирован стержень) или пользоваться диэлектрическими перчатками.

He допускается работать в одежде с короткими или засученными рукавами, а также использовать ножовки, напильники, металлические метры.



Не допускается в электроустановках работать в согнутом положении, если при выпрямлении расстояние до токоведущих частей будет менее расстояния, указанного в таблице 6.

Таблица 6. Допустимые расстояния до токоведущих частей электроустановок,

находящихся под напряжением

Напряжение электроустановок, кВ	Расстояние от работников и применяемых ими инструментов и приспособлений, от временных ограждений, м	Расстояния от механизмов и грузоподъемных машин в рабочем и транспортном положении от стропов, грузозахватных приспособлений и грузов, м
до 1	не нормируется (без прикосновения)	1,0
1 - 35	0,6	1,0

Не допускается при работе около неогражденных токоведущих частей располагаться так, чтобы эти части находились сзади работника или по обеим сторонам от него.

Не допускается прикасаться без применения электрозащитных средств к изоляторам, изолирующим частям оборудования, находящегося под напряжением.

Работникам следует помнить, что после исчезновения напряжения на электроустановке оно может быть подано вновь без предупреждения.

Не допускаются работы в неосвещенных местах. Освещенность участков работ, рабочих мест, проездов и подходов к ним должна быть равномерной, без слепящего действия осветительных устройств на работников.

При приближении грозы должны быть прекращены все работы на ВЛ, ВЛС, ЗРУ, непосредственно вводах и коммутационных аппаратах подключенных к ВЛ, на линиях для передачи электроэнергии или отдельных импульсов ее, состоящих из одного или нескольких параллельных кабелей с соединительными, стопорными и концевыми муфтами (заделками) и крепежными кабельных линий, для маслонаполненных кроме того, с деталями, a подпитывающими аппаратами и системой сигнализации давления масла (далее -КЛ), подключенных к участкам ВЛ, а также на вводах ВЛС в помещениях узлов связи и антенно-мачтовых сооружениях.

Работники, работающие в помещениях с электрооборудованием (за исключением щитов управления, релейных и им подобных), в ЗРУ и ОРУ, в



подземных сооружениях, колодцах, туннелях, траншеях и котлованах, а также участвующие в обслуживании и ремонте ВЛ, должны пользоваться защитными касками.

Техническое обслуживание осветительных устройств, расположенных на потолке машинных залов и цехов, с тележки мостового крана должны производить по наряду не менее двух работников, один из которых должен иметь группу III и выполнять соответствующую работу. Второй работник должен находиться вблизи работающего и контролировать соблюдение им необходимых мер безопасности.

Устройство временных подмостей, лестниц на тележке мостового крана не допускается. Работать следует непосредственно с настила тележки или с установленных на настиле стационарных подмостей.

С троллейных проводов перед подъемом на тележку мостового крана должно быть снято напряжение. При работе следует соблюдать правила по охране труда при работе на высоте.

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

При проведении земляных работ необходимо соблюдать требования строительных норм и правил.

# 8.1.1. Виды работ в электроустановках. Осмотры

Оперативное обслуживание и осмотр электроустановок должны выполнять работники субъекта электроэнергетики (потребителя электрической энергии), уполномоченные субъектом электроэнергетики (потребителем электрической энергии) на осуществление в установленном действий по изменению технологического режима эксплуатационного состояния линий электропередачи, оборудования и устройств с правом непосредственного воздействия на органы управления оборудования и устройств релейной защиты и автоматики при осуществлении оперативнотехнологического управления, В TOM числе c использованием средств дистанционного управления, на принадлежащих такому субъекту электроэнергетики (потребителю электрической энергии) на праве собственности или ином законном основании объектах электроэнергетики (энергопринимающих установках), либо в установленных законодательством случаях - на объектах электроэнергетики и энергопринимающих установках, принадлежащих третьим



лицам, а также координацию указанных действий (далее - оперативный персонал), или работники из числа ремонтного персонала с правом непосредственного воздействия на органы управления оборудования и устройств релейной защиты и автоматики, осуществляющие оперативное обслуживание закрепленных за ними электроустановок (далее - оперативно-ремонтный персонал).

В Правилах под оперативным персоналом понимается и оперативноремонтный персонал, если отсутствуют особенные требования к ним (п. 3.1 в ред. Приказа Минтруда России от 19.02.2016 N 74н)

В электроустановках напряжением выше 1000 В работники из числа оперативного персонала, единолично обслуживающие электроустановки, и старшие по смене должны иметь группу по электробезопасности (далее группа) IV, остальные работники в смене - группу III.

**В электроустановках напряжением до 1000 В** работники из числа оперативного персонала, единолично обслуживающие электроустановки, должны иметь группу III.

Вид оперативного обслуживания электроустановок, а также число работников из числа оперативного персонала в смене устанавливается ОРД организации или обособленного подразделения.

При оперативном обслуживании, осмотрах электроустановок, а также выполнении работ в электроустановках не допускается приближение людей, гидравлических подъемников, телескопических вышек, экскаваторов, тракторов, автопогрузчиков, бурильно-крановых машин, выдвижных лестниц с механическим приводом (далее - механизмы) и технических устройств цикличного действия для подъема и перемещения груза (далее - грузоподъемных машин) к находящимся под напряжением неогражденным токоведущим частям на расстояния менее указанных в таблице 6.

Единоличный осмотр электроустановки, электротехнической части технологического оборудования имеет право выполнять работник из числа оперативного персонала, имеющий группу не ниже III, эксплуатирующий данную электроустановку, находящийся на дежурстве, либо работник из числа административно-технического персонала (руководящие работники и специалисты), на которого возложены обязанности по организации технического и оперативного обслуживания, проведения ремонтных, монтажных и наладочных работ в электроустановках (далее - административно-технический персонал (руководящие работники и специалисты)), имеющий:

**группу** V - при эксплуатации электроустановки напряжением выше 1000B;



**группу IV** - при эксплуатации электроустановки напряжением до 1000 В. Право единоличного осмотра предоставляется на основании ОРД организации (обособленного подразделения).

Работники, не обслуживающие электроустановки, могут допускаться в электроустановки в сопровождении оперативного персонала, обслуживающего данную электроустановку, имеющего группу IV - в электроустановках напряжением выше 1000 В, и имеющего группу III - в электроустановках напряжением до 1000 В, либо работника, имеющего право единоличного осмотра.

Сопровождающий работник должен осуществлять контроль за безопасностью людей, допущенных в электроустановки, и предупреждать их о запрещении приближаться к токоведущим частям.

При осмотре электроустановок разрешается открывать двери щитов, сборок, пультов управления и других устройств.

При осмотре электроустановок напряжением выше 1000 В не допускается входить в помещения, камеры, не оборудованные ограждениями или барьерами, препятствующими приближению к токоведущим частям на расстояния, менее указанных в таблице 6. Не допускается проникать за ограждения и барьеры электроустановок.

# Не допускается выполнение какой-либо работы во время осмотра.

При замыкании на землю в электроустановках напряжением 3 - 35 кВ приближаться к месту замыкания на расстояние менее 4 м в ЗРУ и менее 8 м в ОРУ и на ВЛ допускается только для оперативных переключений с целью ликвидации замыкания и освобождения людей, попавших под напряжение. При этом следует пользоваться электрозащитными средствами.

При несчастных случаях для освобождения пострадавшего от действия электрического тока напряжение должно быть снято немедленно без предварительного разрешения оперативного персонала.

Отключать и включать электрические аппараты, предназначенные для коммутации электрической цепи и снятия напряжения с части электроустановки (выключатель, выключатель нагрузки, отделитель, разъединитель, автомат, рубильник, пакетный выключатель, предохранитель) (далее - коммутационные аппараты) и заземлители (заземляющие разъединители, заземляющие ножи) напряжением выше 1000 В с ручным приводом необходимо в диэлектрических перчатках. Снимать и устанавливать предохранители следует при снятом напряжении.

Допускается снимать и устанавливать предохранители, находящиеся под напряжением, но без нагрузки.



# Под напряжением и под нагрузкой допускается заменять:

- 1) предохранители в цепях управления, электроавтоматики, блокировки, измерения, релейной защиты, контроля и сигнализации (далее вторичные соединения или цепи);
  - 2) предохранители трансформаторов напряжения;
  - 3) предохранители пробочного типа.

При снятии и установке предохранителей под напряжением необходимо пользоваться:

- » в электроустановках напряжением выше 1000 В изолирующими клещами (штангой) с применением диэлектрических перчаток и средств защиты лица, глаз от механических воздействий и термических рисков электрической дуги;
- » в электроустановках напряжением до 1000 В изолирующими клещами, диэлектрическими перчатками и средствами защиты лица, глаз от механических воздействий и термических рисков электрической дуги.

# 8.1.2. Охрана труда при оперативном обслуживании и осмотрах электроустановок

# Работы в действующих электроустановках должны проводиться:

- 1) **по наряд-допуску/наряду** (задание на производство работы, оформленному на специальном бланке установленной формы и определяющему содержание, место работы, время ее начала и окончания, условия безопасного проведения, состав бригады и работников, ответственных за безопасное выполнение работы,
  - 2) по Распоряжению;
- 3) на основании **Перечня** работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации.

Не допускается самовольное проведение работ в действующих электроустановках, а также расширение рабочих мест и объема задания, определенных нарядом, распоряжением или утвержденным работодателем перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации.

Выполнение работ в месте проведения работ по другому наряду должно согласовываться с работником, выдавшим первый наряд (ответственным руководителем или производителем работ).

### РУ бывают:

**открытое РУ** (далее - ОРУ), основное оборудование которого московский

расположено на открытом воздухе;

**закрытое РУ (далее - ЗРУ)**, оборудование которого расположено в здании (п. 3.4 в ред. Приказа Минтруда России от 19.02.2016 N 74н)

# 8.1.2.1. Порядок учета и выдачи ключей от ЭУ

Двери помещений электроустановок, камер, щитов и сборок, кроме тех, в которых проводятся работы, должны быть закрыты на замок.

Порядок хранения и выдачи ключей от электроустановок определяется распоряжением руководителя организации (обособленного подразделения). Ключи от электроустановок должны находиться на учете у оперативного персонала. В электроустановках, не имеющих местного оперативного персонала, ключи могут быть на учете у административно-технического персонала (руководящих работников и специалистов).

(в ред. Приказа Минтруда России от 19.02.2016 N 74н)

Ключи от электроустановок должны быть пронумерованы и храниться в запираемом ящике. Один комплект должен быть запасным.

Выдача ключей должна быть заверена подписью работника, ответственного за выдачу и хранение ключей, а также подписью работника, получившего ключи.

Ключи от электроустановок должны выдаваться:

работникам, имеющим право единоличного осмотра, в том числе оперативному персоналу - от всех помещений, вводных устройств, щитов и щитков;

допускающему из числа оперативного персонала, ответственному руководителю работ и производителю работ, наблюдающему при допуске к работам по наряду-допуску, распоряжению от помещений, вводных устройств, щитов, щитков, в которых предстоит работать;

оперативному или оперативно-ремонтному персоналу при работах, выполняемых в порядке текущей эксплуатации от помещений, в которых предстоит работать, вводных устройств, щитов и щитков.

Ключи подлежат возврату ежедневно по окончании осмотра или работы.

При работе в электроустановках, не имеющих местного оперативного персонала, ключи от электроустановок должны возвращаться не позднее следующего рабочего дня после осмотра или полного окончания работы.

Работодатель должен обеспечить учет выдачи и возврата ключей от электроустановок.



# 8.1.3. Организационные мероприятия по обеспечению безопасного проведения работ в ЭУ

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работ в электроустановках, являются:

- 1) оформление работ нарядом, распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации (в ред. Приказа Минтруда России от 19.02.2016 N 74н)
- 2) выдача разрешения на подготовку рабочего места и на допуск к работе с учетом требований пункта 5.14 Правил (в ред. Приказа Минтруда России от 19.02.2016 № 74н)
  - 3) допуск к работе;
  - 4) надзор во время работы;
- 5) оформление перерыва в работе, перевода на другое место, окончания работы.

Работниками, ответственными за безопасное ведение работ в электроустановках, являются:

- 1) выдающий наряд, отдающий распоряжение, утверждающий перечень работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- 2) выдающий разрешение на подготовку рабочего места и на допуск с учетом требований пункта 5.14 Правил (в ред. Приказа Минтруда России от 19.02.2016 N 74н)
  - 3) \*ответственный руководитель работ;
  - 4) допускающий;
  - 5) \*производитель работ;
  - 6) \*наблюдающий;
  - 7) члены бригады.

Работники, выделенные в списке\* и красным цветом, имеют право осуществлять надзор за бригадой при выполнении работ по наряду или распоряжению.

# 8.1.4. Охрана труда при выполнении технических мероприятий

**При подготовке рабочего места со снятием напряжения**, при котором с токоведущих частей электроустановки, на которой будут проводиться работы, снято напряжение отключением коммутационных аппаратов, отсоединением шин, кабелей, проводов и приняты меры, препятствующие подаче напряжения на токоведущие части к месту работы, должны быть в указанном порядке выполнены **следующие технические мероприятия**:

1) произведены необходимые отключения и приняты меры, препятствующие подаче напряжения на место работы вследствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационных аппаратов;



- 2) на приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационных аппаратов должны быть вывешены запрещающие плакаты (Не включать, работают люди);
- 3) проверено отсутствие напряжения на токоведущих частях, которые должны быть заземлены для защиты людей от поражения электрическим током;
- 4) установлено заземление;
- 5) вывешены указательные плакаты Заземлено, ограждены при необходимости рабочие места и оставшиеся под напряжением токоведущие части, вывешены предупреждающие (Стой напряжение) и предписывающие плакаты (Работать здесь).

# 8.1.5. Наряд-допуск на проведение работ в ЭУ

Наряд оформляется в двух экземплярах.

При передаче по телефону, радио **наряд выписывается в трех экземплярах**. В последнем случае работник, выдающий наряд, оформляет один экземпляр, а работник, принимающий текст в виде телефонограммы или радиограммы, факса или электронного письма, заполняет два экземпляра наряда и после проверки указывает на месте подписи выдающего наряд его фамилию и инициалы, подтверждая правильность записи своей подписью.

Наряд также разрешено оформлять в электронном виде и передавать по электронной почте.

В тех случаях, когда производитель работ назначается одновременно допускающим, наряд независимо от способа его передачи заполняется в двух экземплярах, один из которых остается у выдающего наряд (в ред. Приказа Минтруда России от 19.02.2016 N 74н)

В зависимости от местных условий один экземпляр наряда может передаваться работнику из числа оперативного персонала, выдающему разрешение на подготовку рабочего места и на допуск (в ред. Приказа Минтруда России от 19.02.2016 N 74н)

Число нарядов, выдаваемых на одного ответственного руководителя работ, определяет работник, выдающий наряд.

Выдающий наряд имеет право допускающему и производителю работ (наблюдающему) выдать сразу несколько нарядов и распоряжений для поочередного допуска и работы по ним.

Выдавать наряд разрешается на срок не более 15 календарных дней со дня начала работы. Наряд разрешается продлевать 1 раз на срок не более 15



календарных дней. При перерывах в работе наряд остается действительным.

Продлевать наряд имеет право работник, выдавший наряд, или другой работник, имеющий право выдачи наряда на работы в данной электроустановке.

Разрешение на продление наряда передается по телефону, радио или с нарочным допускающему, ответственному руководителю или производителю работ. В этом случае допускающий, ответственный руководитель или производитель работ 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 могут быть уничтожены. Если при выполнении работ по нарядам имели место аварии, инциденты или несчастные случаи, эти наряды следует хранить в архиве организации вместе с материалами расследования.

Учет работ по нарядам и распоряжениям ведется в Журнале учета работ по нарядам и распоряжениям, форма которого предусмотрена приложением N 8 к Правилам. Выдача и заполнение наряда, ведение журнала учета работ по нарядам и распоряжениям допускается в электронной форме с применением автоматизированных систем и использованием электронной подписи в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Допускается учет работ по нарядам и распоряжениям вести иным образом, установленным руководителем организации, при сохранении состава сведений, содержащихся в журнале учета работ по нарядам и распоряжениям.

Независимо от принятого в организации порядка учета работ по нарядам и распоряжениям факт допуска к работе должен быть зарегистрирован записью в оперативном документе, в котором в хронологическом порядке оформляются события и действия по изменению эксплуатационного состояния оборудования электроустановок, выданные (полученные) команды, распоряжения, разрешения, выполнение работ по нарядам, распоряжениям, в порядке текущей эксплуатации, приемка и сдача смены (дежурства) (далее - оперативный журнал).

При выполнении работ по наряду в Оперативном журнале производится запись о первичном и ежедневных допусках к работе.

Наряд разрешается выдавать на одно или несколько рабочих мест электрической цепи (оборудование и шины) одного назначения, наименования и напряжения, присоединенной к шинам РУ, генератора, щита, сборки и находящихся в пределах электростанции, подстанции (далее - присоединение) с учетом требований, указанных в пунктах 6.8, 6.9, 6.11, 6.12, 6.14 Правил.

Электрические цепи разного напряжения одного силового трансформатора



(независимо от числа обмоток), одного двухскоростного электродвигателя считаются одним присоединением. В схемах многоугольников, полуторных схемах к присоединению линии, трансформатора относятся все коммутационные аппараты и шины, посредством которых эта линия или трансформатор присоединены к РУ.

В электроустановках напряжением выше 1000 В, где напряжение снято со всех токоведущих частей, в том числе с вводов ВЛ и 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 сборных шинах и всех присоединениях.

В электроустановках напряжением до 1000 В при полностью снятом напряжении со всех токоведущих частей допускается выдавать один наряд на выполнение работ на сборных шинах РУ, распределительных щитов, сборок, а также на всех присоединениях этих установок одновременно.

При выводе в ремонт агрегатов (котлов, турбин, генераторов) и отдельных технологических установок (систем золоудаления, сетевых подогревателей, дробильных систем) допускается выдавать один наряд для работы на всех (или части) электродвигателях этих агрегатов (установок) и один наряд для работ в РУ на всех (или части) присоединениях, питающих электродвигатели этих агрегатов (установок).

Выдавать один наряд допускается только для работы на электродвигателях одного напряжения и присоединениях одного РУ.

При работе по одному наряду на электродвигателях и их присоединениях в РУ, укомплектованном шкафами КРУ, оформление перевода с одного рабочего места на другое не требуется, разрешается рассредоточение членов бригады по разным рабочим местам. В РУ другого конструктивного исполнения допуск и работа на присоединениях электродвигателей должны проводиться с оформлением перевода с одного рабочего места на другое.

В РУ напряжением 3 - 110 кВ с одиночной системой шин и любым числом секций при выводе в ремонт одной из секций с присоединениями полностью разрешается выдавать один наряд для работы на шинах и на всех (или части) присоединениях этой секции. Разрешается рассредоточение членов бригады по разным рабочим местам в пределах этой секции.

Один наряд для одновременного или поочередного выполнения работ на разных рабочих местах одной электроустановки допускается выдавать в следующих случаях:

> при прокладке и перекладке силовых и контрольных кабелей, испытаниях



- электрооборудования, проверке устройств защиты, измерений, блокировки, электроавтоматики, телемеханики, связи;
- ремонте коммутационных аппаратов одного присоединения, в том числе когда их приводы находятся в другом помещении;
- при ремонте отдельного кабеля в туннеле, коллекторе, колодце, траншее, котловане;
- ▶ при ремонте кабелей (не более двух), выполняемом в двух котлованах или РУ и находящемся рядом котловане, когда расположение рабочих мест позволяет производителю работ осуществлять надзор за бригадой.

При этом разрешается рассредоточение членов бригады по разным рабочим местам. Оформление в наряде перевода с одного рабочего места на другое не требуется.

При проведении работ согласно пунктам 6.8, 6.9, 6.11, 6.12 Правил все рабочие места должны быть подготовлены до допуска бригады на первое рабочее место.

Не допускается подготовка к включению любого из присоединений, в том числе опробование электродвигателей, до полного окончания работ по наряду.

В случае рассредоточения членов бригады по разным рабочим местам допускается пребывание одного или нескольких членов бригады, имеющих группу III, отдельно от производителя работ.

Членов бригады, которым предстоит находиться отдельно от производителя работ, последний должен привести на рабочие места и проинструктировать о мерах безопасности, которые необходимо соблюдать при выполнении работы.

Допускается выдавать один наряд для поочередного проведения однотипной работы на нескольких электроустановках, предназначенных для преобразования и распределения электрической энергии (далее - подстанциях) или нескольких присоединениях одной подстанции.

К таким работам относятся: протирка изоляторов; подтяжка контактных соединений, отбор проб и доливка масла; переключение ответвлений обмоток трансформаторов; проверка устройств релейной защиты, электроавтоматики, измерительных приборов; испытание повышенным напряжением от постороннего источника; проверка изоляторов измерительной штангой; отыскание места повреждения КЛ. Срок действия такого наряда - 1 сутки.

Допуск на каждую подстанцию и на каждое присоединение оформляется в соответствующей графе наряда.

Каждую из подстанций разрешается включать в работу только после



полного окончания работы на ней.

Работа на участках ВЛ, расположенных на территории РУ, должна проводиться по нарядам, выдаваемым персоналом, обслуживающим ВЛ. При работе на концевой опоре местный оперативный персонал должен проинструктировать бригаду, провести ее к этой опоре. В электроустановках, не имеющих местного оперативного персонала, производителю работ линейной бригады разрешается получить ключ от РУ и самостоятельно проходить к опоре.

При работе на порталах ОРУ, зданиях ЗРУ, крышах комплектных распределительных устройств наружной установки (далее - КРУН) допуск линейной бригады с необходимым оформлением в наряде должен выполнять допускающий из числа оперативного персонала, обслуживающего РУ.

Выходить из РУ производитель работ с линейной бригадой имеет право самостоятельно, а отдельные члены бригады - в порядке, предусмотренном пунктом 11.3 Правил.

Работы на концевых муфтах и заделках КЛ, расположенных в РУ, должны выполняться по нарядам, выдаваемым персоналом, обслуживающим РУ. Если РУ и КЛ принадлежат разным организациям, то эти работы проводятся в соответствии с требованиями, изложенными в главе XLVI Правил.

Допуск к работам на КЛ в этих случаях осуществляет персонал, обслуживающий РУ. Работы на КЛ, проходящих по территории и в кабельных сооружениях РУ, должны выполняться по нарядам, выдаваемым персоналом, обслуживающим КЛ. Допуск к работам осуществляет персонал, обслуживающий КЛ, после получения разрешения от оперативного персонала, обслуживающего РУ.

Работы на устройствах связи, расположенных в РУ, проводятся по нарядам, выдаваемым персоналом СДТУ. Допускается выдача таких нарядов персоналом, обслуживающим РУ. Исключения составляют работы на конденсаторах связи и высокочастотных заградителях, которые должны проводиться только по нарядам, выданными работниками, обслуживающими РУ. (в ред. Приказа Минтруда России от 19.02.2016 N 74н)

# 8.1.6. Распоряжение в ЭУ

Работы в электроустановках могут проводиться по распоряжению, являющемуся письменным заданием на производство работы, определяющим ее содержание, место, время, меры безопасности (если они требуются) и работников, которым поручено ее выполнение, с указанием их групп по электробезопасности (далее - распоряжение). Распоряжение имеет разовый характер, срок его действия определяется продолжительностью рабочего дня или смены



#### исполнителей.

При необходимости продолжения работы, при изменении условий работы или состава бригады распоряжение должно отдаваться заново.

При перерывах в работе в течение одного дня повторный допуск осуществляется производителем работ.

Распоряжение отдается производителю работ и допускающему. В электроустановках, не имеющих местного оперативного персонала, в тех случаях, когда допуск к работам на рабочем месте не требуется, распоряжение отдается непосредственно работнику, выполняющему работу.

Работы, выполнение которых предусмотрено по распоряжению, могут по усмотрению работника, выдающего распоряжение, проводиться по наряду.

Распоряжение допускается выдавать для работы поочередно на нескольких электроустановках (присоединениях).

Допуск к работам по распоряжению должен быть оформлен в Журнале учета работ по нарядам и распоряжениям.

По распоряжению оперативным и оперативно-ремонтным персоналом или под его надзором, работниками, выполняющими техническое обслуживание и ремонт, монтаж, наладку и испытание электрооборудования (далее - ремонтный персонал), в электроустановках напряжением выше 1000 В разрешается выполняемые безотлагательно проводить работы, для предотвращения воздействия на человека опасного производственного фактора, который приведет к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья, а также работы по устранению неисправностей и повреждений, угрожающих нарушением нормальной работы оборудования, сооружений, устройств ТАИ, СДТУ, электротеплоснабжения потребителей (далее неотложные продолжительностью не более 1 часа без учета времени на подготовку рабочего места.

Неотложные работы, для выполнения которых требуется более 1 часа или участие более трех работников, включая работника из оперативного и оперативно-ремонтного персонала, осуществляющего надзор в случае выполнения этих работ ремонтным персоналом, должны проводиться по наряду в соответствии с требованиями Правил.

При проведении неотложных работ производитель работ (наблюдающий) из числа оперативного персонала, выполняющий работу или осуществляющий наблюдение за работающими в электроустановках напряжением выше 1000 В, должен иметь группу IV, а в электроустановках напряжением до 1000 В - группу III. Члены бригады, работающие в



# электроустановках напряжением до и выше 1000 B, должны иметь группу III.

Допуск к работам в электроустановках должен быть осуществлен после выполнения технических мероприятий по подготовке рабочего места, определяемых работником, выдающим распоряжение (п. 7.7 в ред. Приказа Минтруда России от 19.02.2016 N 74н)

В электроустановках напряжением выше 1000 В допускается выполнять по распоряжению работы на электродвигателе, от которого кабель отсоединен и концы его замкнуты накоротко и заземлены; на генераторе, от выводов которого отсоединены шины и кабели; в РУ на выкаченных тележках КРУ, у которых шторки отсеков заперты на замок, а также работы на нетоковедущих частях, не требующие снятия напряжения и установки временных ограждений.

Допускается выполнение работ по распоряжению в электроустановках напряжением до 1000 В, кроме работ на сборных шинах РУ и на присоединениях, по которым не исключена подача напряжения на сборные шины, а также на ВЛ с использованием грузоподъемных машин и механизмов. Работы по обслуживанию сети наружного освещения выполняются по распоряжению с применением механизмов при выполнении условий, предусмотренных пунктом 38.76 Правил.

В электроустановках напряжением до 1000 В, расположенных в помещениях, кроме особо опасных и в особо неблагоприятных условиях в отношении поражения людей электрическим током, работник, имеющий группу III и право быть производителем работ, имеет право работать единолично.

При монтаже, ремонте и эксплуатации вторичных цепей, устройств релейной защиты, измерительных приборов, электроавтоматики, телемеханики, связи, включая работы в приводах и агрегатных шкафах коммутационных аппаратов, независимо от того, находятся они под напряжением или нет, производителю работ разрешается по распоряжению отключать и включать вышеуказанные устройства, а также опробовать устройства защиты и электроавтоматики на отключение и включение выключателей с разрешения оперативного персонала.

# <u>В электроустановках напряжением выше 1000 В одному работнику,</u> имеющему группу III, по распоряжению допускается проводить:

- 1) благоустройство территории ОРУ, скашивание травы, расчистку от снега дорог и проходов;
- 2) ремонт и обслуживание устройств проводной радио- и телефонной связи, осветительной электропроводки и арматуры, расположенных вне камер РУ на высоте не более 2,5 м;
- 3) нанесение (восстановление) диспетчерских (оперативных)



- наименований и других надписей вне камер РУ;
- 4) наблюдение за сушкой трансформаторов, генераторов и другого оборудования, выведенного из работы;
- 5) обслуживание маслоочистительной и прочей вспомогательной аппаратуры при очистке и сушке масла;
- 6) работы на электродвигателях и механической части вентиляторов и маслонасосов трансформаторов, компрессоров;
- 7) другие работы, предусмотренные Правилами.

По распоряжению единолично уборку коридоров ЗРУ и электропомещений с электрооборудованием напряжением до и выше 1000 В, где токоведущие части ограждены, имеет право выполнять работник, имеющий группу II. Уборку в ОРУ имеет право выполнять один работник, имеющий группу III.

При выполнении работ по распоряжениям, выдаваемым оперативным персоналом подчиненному оперативному персоналу в смене, записи о начале, окончании работ, мероприятиях по подготовке рабочего места, характере работы и составе бригады выполняются только в оперативных журналах.

# 8.1.7. Перечень работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации

Небольшие по объему ремонтные работы и работы по техническому обслуживанию, выполняемые в течение рабочей смены и разрешенные к производству в порядке текущей эксплуатации, должны содержаться в Перечне работ.

Перечень работ подписывается техническим руководителем или работником из числа административно-технического персонала (руководящих работников и специалистов), на которого возложены обязанности по организации безопасного обслуживания электроустановок в соответствии с действующими правилами и нормативно-техническими документами (далее - ответственный за электрохозяйство) и утверждается руководителем организации или руководителем обособленного подразделения (в ред. Приказа Минтруда России от 19.02.2016 N 74н)

Подготовка рабочего места и работа, разрешенная в порядке текущей эксплуатации к выполнению оперативным или оперативно-ремонтным персоналом, распространяется только на электроустановки напряжением до 1000 В и выполняется только на закрепленном за этим персоналом оборудовании (участке).

Работа в порядке текущей эксплуатации, включенная в перечень работ, является постоянно разрешенной, на которую не требуется оформление каких-



либо дополнительных указаний, распоряжений, проведения целевого инструктажа.

При оформлении перечня работ в порядке текущей эксплуатации следует учитывать условия обеспечения безопасности и возможности единоличного выполнения конкретных работ, квалификацию персонала, степень важности электроустановки в целом или ее отдельных элементов в технологическом процессе.

Перечень работ в порядке текущей эксплуатации должен содержать указания, определяющие виды работ, разрешенные к выполнению единолично и бригадой.

В перечне работ в порядке текущей эксплуатации должен быть указан порядок учета работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации (уведомление вышестоящего оперативного персонала о месте и характере работы, ее начале и окончании, оформлении работы записью в оперативном журнале).

# <u>К работам (перечню работ), выполняемым в порядке текущей эксплуатации в электроустановках напряжением до 1000 В, могут быть отнесены:</u>

- 1) работы в электроустановках с односторонним питанием;
- 2) отсоединение и присоединение кабеля, проводов электродвигателя и отдельных электроприемников инженерного оборудования зданий и сооружений;
- 3) ремонт автоматических выключателей, магнитных пускателей, рубильников, переключателей, устройств защитного отключения (далее УЗО), контакторов, пусковых кнопок, другой аналогичной пусковой и коммутационной аппаратуры при условии установки ее вне щитов и сборок;
- 4) ремонт отдельных электроприемников, относящихся к инженерному оборудованию зданий и сооружений (электродвигателей, электрокалориферов, вентиляторов, насосов, установок кондиционирования воздуха);
- 5) ремонт отдельно расположенных магнитных станций и блоков управления, уход за щеточным аппаратом электрических машин и смазка подшипников;
- б) снятие и установка электросчетчиков, других приборов и средств измерений;
- 7) замена предохранителей, ремонт осветительной электропроводки и арматуры, замена ламп и чистка светильников, расположенных на высоте не более 2,5 м;



- 8) измерения, проводимые с использованием мегаомметра;
- 9) другие работы, выполняемые на территории организации, в служебных и жилых помещениях, складах, мастерских.

Приведенный перечень работ не является исчерпывающим и может дополняться по решению руководителя организации (обособленного подразделения). В перечне должно быть указано, какие работы могут выполняться единолично.

В инструкциях по охране труда работников должны быть изложены требования охраны труда и порядок выполнения работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации.

# 8.1.8. Права и обязанности работников, ответственных за безопасное ведение работ в ЭУ

1 – Работник, выдающий наряд, отдающий распоряжение, определяет необходимость и возможность безопасного выполнения работы.

Он отвечает за достаточность и правильность указанных в наряде (распоряжении) мер безопасности; за качественный и количественный состав бригады и назначение ответственных за безопасное выполнение работ; за соответствие групп по электробезопасности работников, указанных в наряде, выполняемой работе; за проведение целевого инструктажа ответственному руководителю работ (производителю работ, наблюдающему) (п. 5.3 в ред. Приказа Минтруда России от 19.02.2016 N 74н)

Право выдачи нарядов и распоряжений предоставляется работникам из числа административно-технического персонала (руководящих работников и специалистов), имеющим группу V (при эксплуатации электроустановок напряжением выше 1000 В), группу IV (при эксплуатации электроустановок напряжением до 1000 В).

В случае отсутствия работников, имеющих право выдачи нарядов и распоряжений, при работах по предотвращению аварий или ликвидации их последствий допускается выдача нарядов и распоряжений работниками из числа оперативного персонала, имеющими группу IV, находящимися непосредственно на территории объекта электроэнергетики или энергопринимающей установки потребителя электроэнергии. Предоставление оперативному персоналу права выдачи нарядов и распоряжений должно быть оформлено ОРД организации или обособленного подразделения (п. 5.4 в ред. Приказа Минтруда России от 19.02.2016 N 74н).

# 2 – Работник, выдающий разрешение на подготовку рабочих мест и на



#### допуск, отвечает:

- 1) за выдачу команд по отключению и заземлению ЛЭП и оборудования, находящихся в его технологическом управлении, и получение подтверждения их выполнения, а также за самостоятельные действия по отключению и заземлению ЛЭП и оборудования, находящихся в его технологическом управлении;
- 2) за соответствие и достаточность предусмотренных нарядом (распоряжением) мер по отключению и заземлению оборудования с учетом фактической схемы электроустановок;
- 3) за координацию времени и места работ допущенных бригад, в том числе за учет бригад, а также за получение информации от всех допущенных к работам в электроустановке бригад (допускающих) о полном окончании работ и возможности включения электроустановки в работу.

Право выдачи разрешений на подготовку рабочих мест и на допуск предоставляется оперативному персоналу, имеющему группу не ниже IV, в соответствии с должностными инструкциями.

Допускается право выдачи разрешений на подготовку рабочих мест и допуск предоставлять работникам из числа административно-технического персонала (руководящих работников и специалистов), имеющим группу не ниже IV, уполномоченным на это ОРД организации или обособленного подразделения (п. 5.6 в ред. Приказа Минтруда России от 19.02.2016 N 74н)

3 – Ответственный руководитель работ отвечает за выполнение всех указанных в наряде мероприятий по подготовке рабочего места и их достаточность, за принимаемые им дополнительные меры безопасности, необходимые по условиям выполнения работ, за полноту и качество целевого инструктажа бригады, в том числе проводимого допускающим и производителем работ, а также за организацию безопасного ведения работ.

Ответственными руководителями работ в электроустановках напряжением выше 1000 В назначаются работники из числа административно-технического персонала (руководящих работников и специалистов), имеющие группу V и группу IV - в электроустановках напряжением до 1000 В. В тех случаях, когда отдельные работы (этапы работы) необходимо выполнять под надзором и управлением ответственного руководителя работ, работник, выдающий наряд, должен сделать запись об этом в строке "Отдельные указания" наряда, форма которого предусмотрена приложением N 7 к Правилам (в ред. Приказа Минтруда России от 19.02.2016 N 74н)

Выдающий наряд имеет право не назначать ответственного руководителя



работ при выполнении работ в РУ напряжением выше 1000 В с одиночной секционированной или несекционированной системой шин, не имеющей обходной системы шин, а также на ВЛ, КВЛ и КЛ, всех электроустановках напряжением до 1000 В (далее - электроустановки с простой и наглядной схемой).

Ответственный руководитель работ должен назначаться при выполнении работ в одной электроустановке (ОРУ, ЗРУ):

- > с использованием механизмов и грузоподъемных машин;
- с отключением электрооборудования, за исключением работ в электроустановках, где напряжение снято со всех токоведущих частей (пункт 6.8 Правил);
- ▶ на КЛ и кабельных линиях связи (далее КЛС) в зонах расположения коммуникаций и интенсивного движения транспорта;
- ▶ по установке и демонтажу опор всех типов, замене элементов опор ВЛ;
- ▶ в местах пересечения ВЛ с другими ВЛ и транспортными магистралями, в пролетах пересечения проводов в ОРУ;
- > по подключению вновь сооруженной ВЛ;
- ▶ по изменению схем присоединений проводов и тросов ВЛ;
- ▶ на отключенной цепи многоцепной ВЛ, когда одна или все остальные цепи остаются под напряжением;
- > при одновременной работе двух и более бригад в электроустановке;
- > по пофазному ремонту ВЛ;
- > под наведенным напряжением;
- ▶ без снятия напряжения на токоведущих частях с изоляцией человека от земли;
- ▶ без снятия напряжения с временной изоляцией токоведущих частей на время проведения работ без изоляции человека от земли и использовании специального инструмента и приспособлений для работы под напряжением, за исключением работ в цепях вторичной коммутации;
- ▶ на оборудовании и установках средств связи, средств диспетчерского и технологического управления (далее СДТУ), по устройству мачтовых переходов, испытанию КЛС, при работах с аппаратурой необслуживаемых усилительных пунктов (далее НУП) или необслуживаемых регенерационных пунктов (далее НРП), на фильтрах присоединений без включения заземляющего ножа конденсатора связи.
- (в ред. Приказа Минтруда России от 19.02.2016 N 74н)

Необходимость назначения ответственного руководителя работ определяет работник, выдающий наряд, которому разрешается назначать ответственного

руководителя работ, и при других работах в электроустановках, помимо выше перечисленных.

4 — Работник из числа электротехнического персонала, производящий подготовку рабочих мест и (или) оценку достаточности принятых мер по их подготовке, инструктирующий членов бригады и осуществляющий допуск к работе (далее - допускающий), отвечает за правильность и достаточность принятых им мер безопасности по подготовке рабочих мест и соответствие их мероприятиям, указанным в наряде или распоряжении, характеру и месту работы, за правильный допуск к работе, а также за полноту и качество проводимого им целевого инструктажа.

Допускающие должны назначаться из числа оперативного персонала, за исключением допуска на ВЛ при соблюдении условий, перечисленных в пункте 5.13 Правил. В электроустановках напряжением выше 1000 В допускающий должен иметь группу IV, а в электроустановках до 1000 В - группу III.

# 5 – Производитель работ отвечает:

- 1) за соответствие подготовленного рабочего места мероприятиям, необходимым при подготовке рабочих мест и отдельным указаниям наряда;
- 2) за четкость и полноту целевого инструктажа членов бригады;
- 3) за наличие, исправность и правильное применение необходимых средств защиты, инструмента, инвентаря и приспособлений;
- 4) сохранность на рабочем месте ограждений, плакатов (знаков безопасности), предназначенных ДЛЯ предупреждения человека возможной опасности, запрещении или предписании определенных действий, информации также для 0 расположении объектов, использование связано c исключением которых последствий воздействия опасных и (или) вредных производственных факторов (далее - плакаты, знаки безопасности), заземлений, запирающих устройств;
- 5) за безопасное проведение работы и соблюдение Правил им самим и членами бригады;

# 6) за осуществление постоянного контроля за членами бригады.

Производитель работ, выполняемых по наряду в электроустановках напряжением выше 1000 В, должен иметь группу IV, а в электроустановках напряжением до 1000 В - группу III. При выполнении работ в подземных сооружениях, где возможно появление вредных газов, работ под напряжением, работ по перетяжке и замене проводов на ВЛ напряжением до 1000 В,



подвешенных на опорах ВЛ напряжением выше 1000 В, производитель работ должен иметь группу IV.

Производитель работ, выполняемых по распоряжению, должен иметь группу III при работе во всех электроустановках, кроме случаев, указанных в пунктах 7.7, 7.13, 7.15, 25.5, 39.21 Правил.

- **6** Работник из числа электротехнического персонала, осуществляющий надзор за бригадами, не имеющими права самостоятельного производства работ в электроустановках (далее наблюдающий), отвечает:
  - 1) за соответствие подготовленного рабочего места мероприятиям, необходимым при подготовке рабочих мест и отдельным указаниям наряда;
  - 2) за четкость и полноту целевого инструктажа членов бригады;
  - 3) за наличие и сохранность установленных на рабочем месте заземлений, ограждений, плакатов и знаков безопасности, запирающих устройств приводов;
  - 4) за безопасность членов бригады в отношении поражения электрическим током электроустановки.

# Наблюдающим назначается работник, имеющий группу III.

Ответственным за безопасность, связанную с технологией работы, является работник, возглавляющий бригаду, который входит в ее состав и должен постоянно находиться на рабочем месте. Его фамилия указывается в строке "Отдельные указания" наряда.

7 — Член бригады отвечает за соблюдение требований настоящих Правил, инструкций по охране труда соответствующих организаций и инструктивных указаний, полученных при допуске к работе и во время работы.

Организационно-распорядительным документом должно быть оформлено предоставление прав работникам, выдающим наряд, распоряжение, выдающим разрешение на подготовку рабочего места и допуск в случаях, определенных в пункте 5.14 Правил, допускающему, ответственному руководителю работ, производителю работ (наблюдающему), а также права единоличного осмотра.

Работникам, ответственным за безопасное ведение работ, разрешается выполнять одну из дополнительных обязанностей в соответствии с таблицей N 7.

Допускающий из числа оперативного персонала имеет право выполнять обязанности члена бригады.

Численность бригады и ее состав с учетом квалификации членов



бригады по электробезопасности должны определяться исходя из условий выполнения работы, а также возможности обеспечения надзора за членами бригады со стороны производителя работ (наблюдающего).

Член бригады, руководимой производителем работ, при выполнении работ должен иметь группу III, за исключением выполнения работ на ВЛ в соответствии с пунктом 38.23 Правил, выполнять которые должен член бригады, имеющий группу IV.

В состав бригады на каждого работника, имеющего группу III, допускается включать одного работника, имеющего группу II, но общее число членов бригады, имеющих группу II, не должно превышать трех.

Оперативный персонал, находящийся на дежурстве, по разрешению работника из числа вышестоящего оперативного персонала разрешено привлекать к работе в бригаде с записью в оперативном журнале и оформлением в наряде.

Таблица 7 Дополнительные обязанности работников, ответственных за безопасное ведение работ

Ответственный работник	Дополнительные обязанности
Выдающий наряд, отдающий распоряжение	Ответственный руководитель работ, производитель работ, допускающий (в электроустановках, не имеющих местного оперативного персонала)
Ответственный руководитель работ	Производитель работ, допускающий (в электроустановках, не имеющих местного оперативного персонала)
Производитель работ из числа оперативного и оперативно- ремонтного персонала	допускающий (в электроустановках с простой наглядной схемой)
Производитель работ, имеющий группу IV	Допускающий (в случаях, предусмотренных в пункте 42.5 Правил)



# 9. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРАВИЛ УСТРОЙСТВА электроустановок потребителей электроэнергии

# 9.1. Термины и определения

Электроустановка — совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другие виды энергии.

Электроустановка действующая — электроустановка или ее часть, которая находится под напряжением, либо на которую напряжение может быть подано включением коммутационных аппаратов.

По способу размещения электроустановки бывают открытые и закрытые.

Открытые или наружные электроустановки — электроустановки, не защищенные зданием от атмосферных воздействий. Электроустановки, защищенные только навесами, сетчатыми ограждениями и т.п., рассматриваются как наружные.

Закрытые или внутренние электроустановки – электроустановки, размещенные внутри здания, защищающего их от атмосферных воздействий.

В электроустановках различают токоведущие и нетоковедущие части.

Токоведущая часть электроустановки — часть электроустановки, нормально находящаяся под напряжением.

Нетоковедущая часть электроустановки (открытая проводящая часть) – часть электроустановки, нормально не находящаяся под напряжением, но которая оказаться под напряжением В аварийных режимах работы. К нетоковедущим относятся корпуса электрических машин И частям электрооборудования.

Проводящая часть – часть, которая может проводить электрический ток.

Сторонняя проводящая часть – проводящая часть, не являющаяся частью электроустановки.

Номинальное значение напряжения — напряжение, указанное изготовителем электротехнического устройства или установленное нормативно — техническими документами.

Электропомещения – помещения или отгороженные, например, сетками, части помещения, доступные только для квалифицированного обслуживающего персонала, в которых расположены электроустановки.

Сухие помещения — это такие помещения, в которых относительная влажность воздуха не превышает 60%.



**Влажные помещения** — помещения, в которых пары или конденсирующая влага выделяются лишь кратковременно в небольших количествах, а относительная влажность воздуха более 60%, но не превышает 75%.

**Сырые помещения** – помещения, в которых относительная влажность воздуха длительно превышает 75%.

**Особо сырые помещения** —это помещения, в которых относительная влажность воздуха близка к 100% (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой).

**Жаркие помещения** — помещения, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура превышает постоянно или периодически (более 1 суток) +35 °C (например, помещения с сушилками, сушильными и обжигательными печами, котельные и т. п.).

**Пыльные помещения** — такие помещения, в которых по условиям производства выделяется технологическая пыль в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов и т. п. Пыльные помещения разделяются на помещения с токопроводящей пылью и помещения с нетокопроводящей пылью.

**Помещения с химически активной или органической средой** — это помещения, в которых постоянно или в течение длительного времени содержатся агрессивные пары, газы, жидкости, образуются отложения или плесень, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования.

По опасности взрыва или пожара помещения бывают взрывоопасными (существует шесть классов — B-I, B-I a, B,  $\Gamma$ , B-II и B-II a) и пожароопасными (четыре класса —  $\Pi$ -I,  $\Pi$ -III,  $\Pi$ -III a,  $\Pi$ -III).

**Прямое прикосновение** — электрический контакт людей с токоведущими частями, находящимися под напряжением.

**Косвенное прикосновение** — электрический контакт людей с открытыми проводящими частями, оказавшимися под напряжением при повреждении основной изоляции.

**Напряжение прикосновения** — напряжение между двумя проводящими частями или между проводящей частью и землей при одновременном прикосновении к ним человека.

**Основная изоляция** — изоляция токоведущих частей, обеспечивающая в том числе защиту от прямого прикосновения.

**Дополнительная изоляция** - независимая изоляция в электроустановках напряжением до 1 кВ, выполняемая дополнительно к основной изоляции для защиты при косвенном прикосновении.

Двойная изоляция – изоляция в электроустановках напряжением до 1 кВ, состоящая из основной и дополнительной изоляции.



Усиленная изоляция – изоляция в электроустановках напряжением до 1кВ, обеспечивающая степень защиты от поражения электрическим током, равноценную двойной изоляции.

# 9.2. Классификация электроустановок в отношении условий и мер безопасности

В отношении опасности поражения людей электрическим током различаются 4 группы помещений<sup>6</sup>:

- 1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
- 2. Помещения с повышенной опасностью, характеризующиеся наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность:
  - а) сырости или токопроводящей пыли;
- б) токопроводящих полов (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т. п.);
  - в) высокой температуры;
- г) возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т. п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования (открытым проводящим частям) с другой.
- 3. Особо опасные помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:
  - а) особой сырости;
  - б) химически активной или органической среды;
  - в) одновременно двух или более условий повышенной опасности.
- 4. **Территории открытых электроустановок** (в отношении опасности поражения людей электрическим током эти территории приравниваются к особо опасным помещениям).

Характеристика производственных помещений и хозяйственных построек: (вид помещения - окружающая среда - опасность поражения людей электротоком):

- Помещения отапливаемые (сухая, нормальная) без повышенной опасности.
- Помещения неотапливаемые (влажная) с повышенной опасностью.
- Погреб, подвал (сырая, особо сырая) особо опасное.
- Туалет, ванная, душевая (сырая, особо сырая) с повышенной опасностью.
- Сараи, навесы (сырая, влажная) особо опасное.

132

Московский транспорт

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> Правила устройства электроустановок, M, 2003

Электроустановки по условиям электробезопасности разделяются на:

- электроустановки напряжением до 1000 B (далее ЭУ до 1кB);
- электроустановки напряжением выше 1000 В (далее ЭУ выше1кВ).

В отношении мер безопасности электроустановки разделяются на:

- электроустановки напряжением выше 1 кВ в сетях с глухозаземленной или эффективно заземленной нейтралью;
- электроустановки напряжением выше 1 кВ в сетях с изолированной или заземленной через дугогасящий реактор или резистор нейтралью;
- **>** электроустановки до 1 кВ в сетях с глухозаземленнойнейтралью;
- > электроустановки напряжением до 1 кВ в сетях с изолированной нейтралью.

Приступая к анализу электробезопасности электрических сетей, питающих различные потребители электроэнергии напряжением до 1 кВ, необходимо, прежде всего, рассмотреть их классификацию.

В современной нормативно-технической документации все электроустановки напряжением до 1кВ рассматриваются как системы различных типов. Под системой следует понимать совокупность источника электроэнергии, питающей линии и потребителя электроэнергии.

Термином «питающие электрические сети» обозначается составная часть системы, включающая источник электроэнергии и питающие линии.

Питающие сети различаются по типам:

- > систем токоведущих проводников;
- > систем заземления.

Существуют следующие типы систем токоведущих проводников переменного тока:

- > однофазные двухпроводные;
- > однофазные трехпроводные;
- > двухфазные трехпроводные;
- > двухфазные четырехпроводные;
- > трехфазные четырехпроводные;
- > трехфазные пятипроводные.

# 9.3. Проводники и шины в электроустановках

**Проводник** — проводящая часть, предназначенная для проведения электрического тока определенного значения.

**Шина** — проводник с низким сопротивлением, к которому можно присоединять несколько отдельных электрических цепей.





# Буквенно-цифровое и цветовое обозначение

В электроустановках должна быть обеспечена возможность легкого распознавания частей, относящихся к отдельным их элементам (простота и наглядность схем, надлежащее расположение электрооборудования, надписи, маркировка, расцветка). Буквенно-цифровое и цветовое обозначения одноименных шин в каждой электроустановке должны быть одинаковыми.

Шины должны быть обозначены:

1) при переменном трехфазном токе:

Согласно ПУЭ от 2003г. по старым ГОСТу (ГОСТ Р 50462-92/ МЭК 446-89) до 2009г встречаются такое буквенно-цветовое обозначение:

- шины фазы A желтым цветом,
- шины фазы В зеленым,
- шины фазы С красным,
- нулевой нейтральный проводник N голубым,

По европейским (международным) стандартам с 2009г в РФ был принят новый ГОСТ буквенно-цветовой маркировки проводов и шин сетей как переменного, так и постоянного тока (ГОСТ Р 50462-2009 /МЭК 60446:2007).

- 1)\* при переменном трехфазном токе:
- $\quad$  фаза  $\mathbf{L1}$  коричневый цвет,
- фаза  $\mathbf{L2}$  черный цвет,
- фаза L3 серый цвет,
- нейтральная шина N синий цвет,
- совмещенный защитный заземляющий и нейтральный проводник
   (PEN-проводник) синий по всей длине и метками желто-зеленого цвета на концах и в точках соединения,
- совмещенный защитный заземляющий и линейный проводник (РЕL-проводник) — желтый-зеленый цвет по всей длине и метками синего цвета на концах, или синий по всей длине и метками желтозеленого цвета на концах и в точках соединения,
- совмещенный защитный заземляющий и средний проводник (РЕМ-проводник) - желтый-зеленый цвет по всей длине и метками синего цвета на концах, или синий по всей длине и метками желтозеленого цвета на концах и в точках соединения.
- 2) при переменном однофазном токе по-старому ГОСТ Р 50462-92/ МЭК 446-89
- шина A, присоединенная к началу обмотки источника питания, желтым цветом,



- шина **B**, присоединенная к концу обмотки, красным.
- 3) при постоянном токе по-старому **ГОСТ Р 50462-92/ МЭК 446-89**
- − положительная шина [L+] красным,
- отрицательная [L-] синим,
- нулевая рабочая M голубым.
- 3)\* при постоянном токе по новому **ГОСТ Р 50462-92**:
- положительный полюсный проводник [L+] коричневый,
- − отрицательный полюсный проводник [L−] серый,
- заземленный положительный полюсный проводник [LE-] синий,
- заземленный отрицательный полюсный проводник [LE-] синий,
- средний проводник M синий.

# ГОСТ Р 50462-2009 применяется наравне со старым ГОСТ Р 50462-92 «Идентификация проводников по цветам или цифровым обозначениям».

4) резервная как резервируемая основная шина; если же резервная шина может заменять любую из основных шин, то она обозначается поперечными полосами цвета основных шин.

Шины однофазного тока, если они являются ответвлением от шин трехфазной системы, обозначаются как соответствующие шины трехфазного тока.

Цветовое обозначение должно быть выполнено по всей длине шин, если оно предусмотрено также для более интенсивного охлаждения или для антикоррозийной защиты. Допускается выполнять цветовое обозначение не по всей длине шин, только цветовое или только буквенно-цифровое обозначение либо цветовое в сочетании с буквенно-цифровым только в местах присоединения шин; если неизолированные шины недоступны для осмотра в период, когда они находятся под напряжением, то допускается их не обозначать. При этом не должен снижаться уровень безопасности и наглядности при обслуживании электроустановки.

#### 9.4. Заземление

**Заземление** – преднамеренное электрическое соединение какой – либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством.

**Заземляющее устройство** – совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

Заземлитель — проводящая часть или совокупность соединенных между собой проводящих частей, находящихся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду.

Заземлители бывают искусственные и естественные.



**Искусственный заземлитель** — заземлитель, специально выполняемый для целей заземления.

**Естественный заземлитель** – сторонняя проводящая часть, находящаяся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду, используемая для целей заземления.

Заземляющий проводник – проводник, соединяющий заземляемую часть (точку) с заземлителем.

По назначению заземления бывают защитные и рабочие.

**Защитное заземление** – заземление, выполняемое в целях электробезопасности.

**Рабочее (функциональное) заземление** — заземление точки или точек токоведущих частей электроустановки, выполняемое для обеспечения работы электроустановки (не в целях электробезопасности).

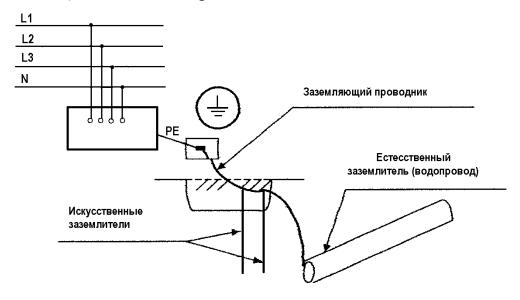


Рис. 31. Рабочее заземление

Сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединены нейтрали генератора или трансформатора, в любое время года должно быть не более:

Таблица 8

Линейное/фазное напряжение (В)	660/380	380/220	220/127
Сопротивление заземляющего устройства (Ом)	2	4	8

У мест ввода заземляющих проводников в здание должен быть предусмотрен опознавательный знак.



### Наименьшие сечения защитных и заземляющих проводников:

Таблица 9

Сечение фазных проводников,	Наименьшее сечение защитных (заземляющих)
$\text{MM}^2$	проводников, мм2
S < 16	S
16 < S< 35	16
S > 35	S/2

Во всех случаях сечение медных защитных проводников, не входящих в состав кабеля или проложенных не в общей оболочке (трубе, коробе, на одном лотке) с фазными проводниками, должно быть не менее:

- -2,5 мм<sup>2</sup> при наличии механической защиты;
- $-4 \text{ мм}^2$  при отсутствии механической защиты.

Сечение отдельно проложенных защитных алюминиевых проводников должно быть не менее  $16 \text{ мм}^2$  (п. 1.7.127).

Защитное заземление обеспечивает защиту людей при косвенном прикосновении в случае аварии на электроустановке, когда корпус электрооборудования оказывается под напряжением и к нему прикасается человек. В параллельных есть два прохождения электрического тока с корпуса электроустановки на землю: через заземляющее устройство и через тело человека. При наличии

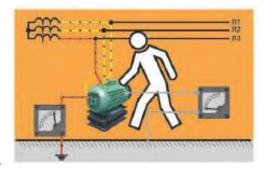


Рис. 32

параллельных путей распределение токов между ними происходит обратно пропорционально сопротивлению этих путей. Так как сопротивление тела человека в сотни раз превышает сопротивление заземляющего устройства, ток, протекающий через человека, будет в сотни раз меньше, чем через заземляющее устройство, и не представляет опасности для жизни и здоровья человека.

Защитное зануление в зануление в зануление в зануление открытых проводящих частей с глухозаземленнойнейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного переменного тока, с глухозаземленным выводом

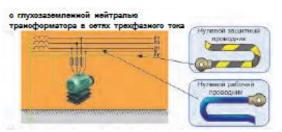


Рис. 33

источника однофазного тока, с заземленной точкой источника в сетях постоянного тока, выполняемое в целях электробезопасности.



Каждая часть электроустановки, подлежащая заземлению или занулению, должна быть присоединена к сети заземления или зануления с помощью отдельного проводника. Последовательное соединение заземляющими (зануляющими) проводниками нескольких элементов электроустановки не допускается.

# 9.5. Замыкание на землю. Шаговое напряжение

Замыкание на землю — случайный электрический контакт между токоведущими частями, находящимися под напряжением, и землей.

При замыкании токоведущей части на землю в некоторой зоне на поверхности земли с центром в точке замыкания будет наблюдаться растекание тока. Радиус зоны растекания на открытой территории  $-8\,\mathrm{m}$ , на закрытой  $-4\,\mathrm{m}$ .

В зоне растекания между двумя любыми точками будет присутствовать напряжение; на границе зоны растекания напряжение будет равно нулю. За границей зоны растекания будет зона, где не сказывается влияние напряжения токоведущей части, находящейся в электрическом контакте с землей, или заземлителя, которую называют зоной нулевого потенциала.

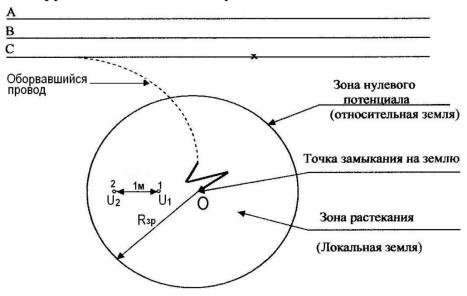


Рис. 34. Замыкание на землю

Зона нулевого потенциала (относительная земля) — часть земли, находящаяся вне зоны влияния какого-либо заземлителя, электрический потенциал которой принимается равным нулю.

**Зона растекания (локальная земля)** — зона земли между заземлителем (точкой замыкания на землю) и зоной нулевого потенциала.

**Напряжение шага** — напряжение между двумя точками на поверхности земли, на расстоянии 1м одна от другой, которое принимается равным длине шага человека.

$$\mathbf{U}_{III} = \mathbf{U}_1 - \mathbf{U}_2$$



Напряжение шага присутствует в зоне растекания. При нахождении человека в зоне растекания создаются условия для прохождения тока через тело человека под действием напряжения шага, что может привести к поражению электрическим током.

Передвигаться в зоне «шагового» напряжения следует в диэлектрических ботах или галошах либо «гусиным шагом» - ступня (пятка) шагающей ноги, не отрываясь от земли, приставляется к носку другой ноги.

#### Нельзя:

- ✓ отрывать подошвы от поверхности земли и делать широкие шаги;
- ✓ приближаться бегом к лежащему проводу;
- ✓ перемещаться прыжками.

### 9.6. Категории электроснабжения приемников электрической энергии

В отношении обеспечения надежности электроснабжения электроприемники разделяются на следующие три категории.

Электроприемники первой категории — электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой: опасность для жизни людей, угрозу безопасности государства, значительный материальный ущерб, расстройство сложного технологического процесса, нарушения функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства, объектов связи, телевидения.

Из состава электроприемников первой категории выделяется особая группа электроприемников, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни для людей, взрывов и пожаров.

Электроприемники второй категории — электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недовыпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей.

Электроприемники третьей категории — все остальные электроприемники, не подпадающие под определения первой и второй категорий.

Метрополитен как крупный энергопотребитель относится к электроприемникам первой категории.

В основном электроэнергию потребляют следующие объекты:



- электропоезда, на тягу которых расходуется около 75% всей электроэнергии, получаемой метрополитеном. Электродвигатели вагонов, работающего от постоянного тока напряжением 825В, подаваемого через контактный рельс, потребляют во время пуска семивагонного состава ток до 5000 А. Через 12-15 с этот ток падает до 2000-2500 А в зависимости от скорости, которую развивает поезд;
- эскалаторы, работающие от переменного тока напряжением 380 В. Мощность электродвигателей главного привода экскалаторов в зависимости от подъема груза колеблется в пределах от 20 до 160 кВт. Характер нагрузки эскалаторов непостоянен, он зависит от пассажиропотока, и, кроме того, от направления движения вверх и вниз;
- санитарно-технические установки, в число которых входят мощные вентиляторы, насосы для откачки подземных грунтовых и хозяйственных вод, отопительные устройства, перекачки санузлов и другие устройства. Мощность электродвигателей, применяемых в санитарно-технических установках, доходит до 75 кВт, питаются они переменным током напряжением 220 и 380В;
- устройства сигнализации СЦБ и связи получают для питания аппаратуры автоблокировки и электрической централизации переменный ток напряжением 127, 220 и 380 В (устройства связи постоянный ток от аккумуляторных батарей). Хотя устройства СЦБ и связи не являются крупными потребителями электроэнергии, бесперебойность их электроснабжения должна быть весьма высокой, так как эти устройства обеспечивают безопасность и ритмичность движения поездов;
- осветительная сеть станций, тоннелей, наземных участков линий и служебных помещений, которая, как правило, питается переменным током напряжением 127/220В, в подземных условиях и 220В в наземных. Нагрузка от осветительных устройств в течение суток меняется мало, так как при уменьшении освещенности станций в ночное время включают лампы рабочего и дополнительного освещения в тоннеле для осмотра и выполнения ремонтных работ;
- специальная сеть на пассажирских станциях и в тоннелях для подключения электрифицированного инструмента и механизмов, таких, как электро-моечные и подметальные машины, сварочные агрегаты, передвижные компрессорные установки, рельсорезные станки, электродрели и другое оборудование, необходима для ремонта текущего содержания сооружений и обустройств метрополитена. Эта сеть питается переменным током напряжением 127, 220, 380В. Потребители электроэнергии, подключаемые к ней, имеют различную мощность (от 0,25 до 40 кВт);



- депо, заводы, мастерские, лаборатории, выполняющие ремонт вагонов, эскалаторов и другого оборудования метрополитена, получают для своих потребителей (электросиловых установок и освещения) электроэнергию переменного тока напряжением 220 и 380 В и постоянного тока напряжением 825В;
- для собственных нужд, подается переменный ток напряжением 127, 220 и 380В.

Внутри метрополитена потребители разделены на три категории, включая особую группу потребителей первой категории:

### 1. первая категория:

- тяговая сеть 825B;
- устройства рабочего освещения тоннелей;
- насосные водоотливные установки;
- автоматизированная система оплаты проезда (далее ACOП).

# 2. особая группа потребителей первой категории:

- устройства пожаротушения, пожарной сигнализации и противодымной защиты;
- устройства АТДП;
- устройства телеуправления системами электроснабжения;
- устройства электромеханических установок;
- устройства эскалаторов;
- устройства средств связи;
- устройства системы управления работой станций (СУРСТ);
- устройства аварийного освещения и освещения путей эвакуации пассажиров и персонала из подземных сооружений.

# 3. вторая категория

- устройства рабочего освещения станций.

# 4. третья категория

- все остальные электроприемники.

Электроприемники первой категории в нормальных режимах должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, и перерыв их электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания.

Для электроснабжения особой группы электроприемников первой категории должно предусматриваться дополнительное питание от третьего независимого взаимно резервирующего источника питания.



Электроприемники второй категории в нормальных режимах должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания.

Для электроприемников второй категории при нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады.

Для электроприемников третьей категории электроснабжение может выполняться от одного источника питания при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышает 1 суток.

# 9.7. Передвижные и переносные электроприемники

Передвижной электроприемник — электроприемник, конструкция которого обеспечивает возможность его перемещения к месту применения по назначению с помощью транспортных средств или перекатывания вручную, а подключение к источнику питания осуществляется с помощью гибкого кабеля, шнура и временных разъемных или разборных контактных соединений.

Переносной электроприемник — электроприемник, конструкция которого предусматривает возможность его перемещения к месту применения вручную (без применения транспортных средств), и который может удерживаться в руке при нормальной работе, а подключение к источнику питания осуществляется с помощью гибкого шнура, кабеля и временных разъемных или разборных контактных соединений.

По степени защиты от поражения электрическим током передвижные и переносные электроприемники делятся на четыре класса:

Таблица 7

Класс	Маркировка	Назначение защиты	Характеристика электроприемника
Класс 0		При косвенном прикосновении	Имеет металлический корпус, конструкция которого не предусматривает его заземление
Класс I	или РЕ, или желто-зеленые полосы	При косвенном прикосновении	Имеет металлический корпус, конструкция которого предусматривает его заземление. Подключается кабелем или шнуром, имеющим защитный (РЕ) проводник



Класс II	При косвенном прикосновении	Имеет двойную изоляцию
Класс III	От прямого и косвенного прикосновения	Питание от безопасного разделительного трансформатора или автономного источника сверхнизким напряжением. Электроприемник не заземляется.

При непосредственном подключении к электрической сети без применения устройства защитного отключения передвижные и переносные электроприемники используются в следующем порядке:

# 1. Электроприемники класса 0:

- в помещениях без повышенной опасности с применением хотя бы одного электрозащитного средства;
- в помещениях с повышенной опасностью, в особо опасных помещениях,
   при наличии особо неблагоприятных условий применять не допускается.<sup>7</sup>

# 2. Электроприемники класса I:

- в помещениях без повышенной опасности, в помещениях с повышенной опасностью - с применением хотя бы одного электрозащитного средства;
- в особо опасных помещениях, при особо неблагоприятных условиях применять не допускается.

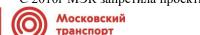
# 3. Электроприемники класса II:

- в помещениях без повышенной опасности, с повышенной опасностью, в особо опасных помещениях – без применения электрозащитных средств;
- при особо неблагоприятных условиях с применением хотя бы одного электрозащитного средства.

# 4. Электроприемники класса III:

в помещениях без повышенной опасности, с повышенной опасностью, особо опасных, при наличии особо неблагоприятных условий — без применения электрозащитных средств применять переносные и передвижные электроприемники допускается только в соответствии с их назначением, указанным в паспорте.

Применять переносные и передвижные электроприемники допускается только в соответствии с их назначением, указанным в паспорте.



7 С 2010г МЭК запретила проектирование и выпуск электроприемников 0 класса

Каждый переносной, передвижной электроприемник, элементы вспомогательного оборудования к ним должны иметь инвентарные номера.

К работе с использованием переносного или передвижного электроприемника, требующего наличия у персонала групп по электробезопасности, допускаются работники, прошедшие инструктаж по охране труда и имеющие группу по электробезопасности.

Подключение к электрической сети, отключение от электрической сети переносных и передвижных электроприемников при помощи штепсельных соединений, удовлетворяющих требованиям электробезопасности, разрешается выполнять персоналу, допущенному к работе с ними.

Переносные и передвижные электроприемники, вспомогательное оборудование к ним должны подвергаться периодической проверке не реже 1 раза в 6 месяцев.

Результаты проверки отражают в Журнале регистрации инвентарного учета, периодической проверки и ремонта переносных и передвижных электроприемников, вспомогательного оборудования к ним.

Перед началом работ с ручными электрическими машинами, переносными электроинструментами и светильниками следует:

- определить по паспорту или маркировке класс машины или инструмента;
- проверить комплектность и надежность крепления деталей;
- убедиться внешним осмотром в исправности кабеля (шнура), штепсельной вилки, целости изоляционных деталей корпуса, защитных кожухов;
- проверить работу машины на холостом ходу;
- проверить у машины I класса исправность цепи заземления (корпус машины заземляющий контакт штепсельной вилки).

Не допускается использовать в работе передвижные и переносные электроприемники с относящимся к ним вспомогательным оборудованием, имеющие дефекты и не прошедшие периодической проверки.

Непосредственное соприкосновение шнуров и кабелей питания с горячими, влажными и масляными поверхностями или предметами не допускается.

При исчезновении напряжения или перерыве в работе передвижные и переносные электроприемники должны отсоединяться от электрической сети.

