

## Анализ причин и профилактика электротравматизма



# Вопросы к лекции

1. Анализ причин электротравм
2. Виды электротравм
3. Условия поражения э/током
4. Способы защиты от действий тока
5. Заземление и зануление
6. Требования ПУЭ ПТБ по э/безопасности
7. Требования к электроприборам
8. Статическое и атмосферное электричество

# Литература

1. ПУЭ ПТБ издания 1999-2004 гг.
2. Межотраслевые правила по охране труда(правила безопасности) при эксплуатации электроустановок ПОТ Р М-016-2001 (с изменениями от 18 февраля 2003 года)
3. ГОСТ 12.1.038-82\* Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов
4. РД 34.21.122-87 Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений

Условия эксплуатации электрического оборудования с точки зрения техники безопасности в значительной мере отличается от условий эксплуатации другого оборудования, электрический ток никакими внешними признаками не предупреждает человека о грозящей ему опасности.

2% всех несчастных случаев вызваны электрическим током, но примерно 50% несчастных случаев от электрического тока кончаются смертельным исходом и 80% из них приходится на электроустановки до 1000 В и в первую очередь 127 и 220 В.

Среди профессий строительного производства электротравматизм преобладает – 33,8% у электромонтёров и электромонтажников, слесари – 8,1%, экскаваторщики, бульдозеристы, шоферы – 6,1%.

# Определение электротравмы

Возникновение электротравмы в результате воздействия электрического тока или электрической дуги может быть связано:

1) С однофазным (однополюсным) прикосновением не изолированного от земли (основания) человека к не изолированным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением.

2) С одновременным прикосновением человека к двум токоведущим не изолированным частям (фазам, полюсам) электроустановок, находящихся под напряжением.

3) С приближением на опасное расстояние человека не изолированного от земли (основания) к токоведущим, не защищенным изоляцией, частям электроустановок, находящимся под напряжением.

4) С прикосновением человека не изолированного от земли (основания) к металлическим корпусам (корпусу) электрооборудования, оказавшемся под напряжением.

5) С включением человека, находящегося в зоне растекания тока замыкания на землю на «напряжение шага».

6) С действием атмосферного электричества при грозовых разрядах.

7) С действием электрической дуги.

8) С освобождением человека, находящегося под напряжением.

# Электробезопасность

## Виды электротравм



**Электрический ожог** – наиболее распространенная электротравма, встречающаяся у 60-65 % пострадавших от электрического тока, большинство из которых составляет оперативный персонал, обслуживающий действующие электроустановки. Различают 2 вида ожога: токовый (контактный) и дуговой.

**Электрические знаки или электрические метки** возникают в местах контакта человека с токоведущими частями и представляют собой резко очерченные затвердевшие пятна серого или желтого цвета, обычно круглой или овальной формы.



**Металлизация кожи** – проникновение в кожу мельчайших частиц металла, имеющее место при коротких замыканиях под воздействием возникающей при этом электрической дуги. С течением времени пораженная кожа сходит, и болезненные ощущения исчезают. Этот вид электротравм встречается у 10% пострадавших. Металлизации кожи можно избежать применением спецодежды и защитных очков.

**Электроофтальмия** – воспаление наружных оболочек глаз, возникающее вследствие воздействия ультрафиолетового излучения электрической дуги. Предупредить электроофтальмию можно применением защитных очков с бесцветными стёклами, которые почти не пропускают ультрафиолетовые лучи.

**Электрический удар** – электротравма, вызванная реакцией нервной системы на раздражение электрическим током, протекающим через тело человека. Выражается в непроизвольном судорожном сокращении мышц, шоке, нарушении или прекращении деятельности важнейших систем человеческого организма – дыхательной и кровообращения, в результате чего может наступить смерть.

Электрические удары представляют собой большую опасность даже тогда, когда они не приводят к смертельному исходу, т.к. при этом могут возникнуть серьёзные нарушения жизнедеятельности человеческого организма, проявляющиеся иногда через месяцы и годы, резко снижается сопротивляемость организма к сердечно-сосудистым и нервным заболеваниям.

Поэтому при всех электротравмах, сопровождающихся электрическим ударом, следует обязательно проводить медицинское освидетельствование пострадавших с последующим контролем за состоянием их здоровья.

Значение тока, мА	Характер воздействия	
	Переменный ток 50 Гц ~	Постоянный ток –
0,5-1,5	Начало ощущения	Не ощущается
5,0-7,0	Болевые ощущения, слабые судороги	Ощущение нагрева
10,0-15,0	Едва переносимые боли, руки от электрода оторвать нельзя	Усиление ощущений нагрева
50,0-80,0	Паралич дыхания, нарушается работа сердца, возможна фибрилляция	Ощущение сильного нагрева, сильные боли, затруднение дыхания, руки невозможно оторвать от электрода
100	Фибрилляция сердца, паралич дыхания	Паралич дыхания, при длительном протекании тока
300	То же действие за меньшее время	Фибрилляция сердца за 2-3 сек, паралич дыхания
Более 500	Паралич дыхания немедленно, фибрилляция сердца не наступает, тяжелые ожоги, разрушение тканей	

# ГЯЖЕСТЬ ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА ЗАВИСИТ ОТ ТАКИХ ФАКТОРОВ, КАК:

- величина тока;
- длительность действия тока;
- путь тока в теле человека;
- род и частота тока;
- индивидуальные качества человека;
- условия внешней среды.

Сопротивление человека величина не линейная. Оно резко уменьшается при увеличении приложенного напряжения, увеличении времени воздействия. Зависит сопротивление от плотности потока, состояния человека и кожи (устал – сопротивление меньше). Сопротивление человека приблизительно определяют из закона Ома:  $R=U/I$  , где  $U$ - падение напряжения;  $I$ - величина тока.

Сопротивление различных частей тела неодинаково, но в среднем принимают равным 1 000 Ом.

Если на пути тока оказываются жизненно важные органы человека – сердце, лёгкие, мозг – тяжесть поражения сильно увеличивается.

Длительность воздействия – один из основных факторов, влияющих на исход поражения. Чем больше длительность, тем тяжелее исход.

Относительно безопасным для человека считается напряжение 12-36 В.

Среда, окружающая человека, может усиливать или уменьшать опасность поражения током. По ПУЭ ПТБ все условия работ по степени безопасности разделены на 3 категории:

## ❖ 1. Условия с повышенной опасностью поражения людей электрическим током:

- ▣ а) наличие влажности (пары или конденсирующаяся влага выделяются в виде мелких капель и относительная влажность воздуха превышает 75 %);
- ▣ б) наличие проводящей пыли (технологическая или другая пыль, оседая на проводах, проникая внутрь машин и аппаратов и отлагаясь на электроустановках, ухудшает условия охлаждения и изоляции, но не вызывает опасности пожара или взрыва);



- ▣ в) наличие токопроводящих оснований (металлических, земляных, железобетонных, кирпичных);
- ▣ г) наличие повышенной температуры (независимо от времени года и различных тепловых излучений температура превышает длительно 35 °С, кратковременно 40 °С);
- ▣ д) наличие 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 - с другой.

## ❖ 2. Особо опасные условия поражения людей электрическим током:

- ▣ а) наличие сырости (дождь, снег, частое опрыскивание и покрытие влагой потолка, пола, стен, предметов, находящихся внутри помещения). Влажность  $\approx 100\%$ ;
- ▣ б) наличие химически активной среды (постоянно или длительно содержатся агрессивные пары, газы, жидкость, образуются отложения или плесень, действующие разрушающе на изоляцию и токоведущие части электрооборудования);
- ▣ в) наличие одновременно двух или более условий повышенной опасности.

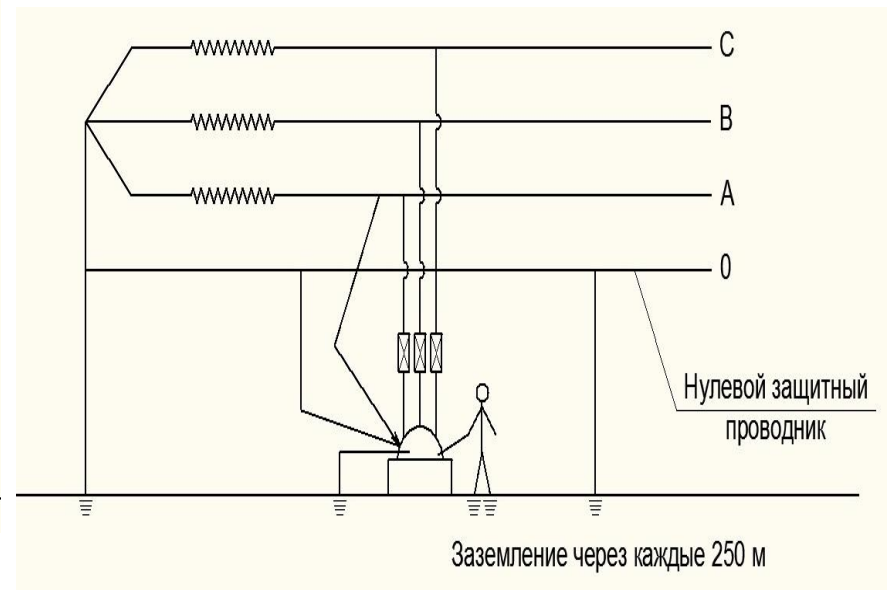
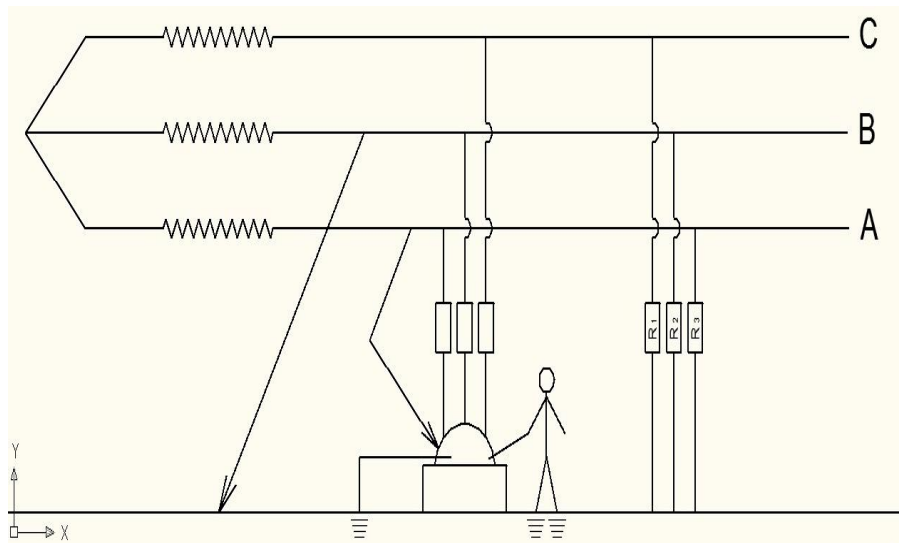
- ❖ 3. Условия без повышенной опасности поражения людей электрическим током: отсутствие условий , создающих повышенную или особую опасность.
  - 1-е – это в основном цеха строительные;
  - 2-е – моечные отделения, гальванические печи – участки работ под открытым небом или под навесом;
  - 2-е – жилой фонд, заводоуправления, конструкторские бюро.

В отношении требований безопасности все электроустановки подразделяются на:

- Установки с номинальным напряжением до 1 000 В.
- Установки с номинальным напряжением выше 1 000 В.

По режиму нейтрали источника питания электрические сети разделяются на сети с глухозаземленной нейтралью и изолированной нейтралью.

- Электроустановки напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью источника питания – это обычные внутренние электроустановки с номинальным напряжением 380/220 В, питающие основную массу электроприемников (электродвигатели, осветительные и нагревательные приборы и др.). Заземление нейтрали вторичных обмоток 3х фазных понижающих трансформаторов называется рабочим. Эти сети имеют нулевой провод, который служит для присоединения потребителей на фазную нагрузку. Электроустановки и электросети с изолированной нейтралью применяют в условиях повышенной опасности поражения электрическим током, при условии постоянного контроля изоляции сети.



Варианты попадания человека под напряжение:

- Однофазное с глухозаземленной нейтралью;
- Попадание под линейное напряжение независимо от нейтрали;
- Однофазное с изолированной нейтралью;

Однофазное включение с глухозаземленной нейтралью

$$I = U_{\phi} / (R_{\text{ч}} + R_{\text{об}} + R_{\text{п}} + R_{\text{з}}),$$

где  $R_{\text{ч}}$  – сопротивление человека

$R_{\text{об}}$  – сопротивление обуви

$R_{\text{п}}$  – сопротивление пола

$R_{\text{з}}$  – сопротивление рабочего заземления, т.е. есть надежда выжить.

При однофазном включении в сеть с изолированной нейтралью

$$I = U_{\phi} / (R_{\text{ч}} + R_{\text{об}} + R_{\text{п}} + (R_{\text{из}} / 3)),$$

где,  $R_{из}$  – сопротивление изоляции проводов 1 фазы - и чем оно лучше, тем ток меньше. Поэтому включение в сеть с изолированной нейтралью менее опасно. Если в сети с изолированной нейтралью одна фаза пробьёт на землю, то в этом случае прикосновение к любой другой приведёт к линейному замыканию. Сопротивление проводов с изолированной нейтралью должно обеспечивать

$$R_{из} \geq 500000 \text{ Ом}$$



В стационарных электроустановках подводка сделана в трубах, каналах, бронированным кабелем-надёжно заземлена. Ручные электрические машины, светильники, переносные устройства могут подвергаться ударам, воздействию влаги, перегрузкам, солнечной радиации, резким перепадам температур – поэтому они должны быть полностью безопасны.

Для исключения опасности, возникающей при замыкании плохо изолированных токоведущих частей электрооборудования на землю, применяют защитное заземление.

- Заземление делают из стальных прутков, труб, уголков, забиваемых в землю вертикально. Электрический ток, протекая через заземлитель в землю, преодолевает сопротивление металла самого заземлителя, сопротивления между заземлителем и грунтом и сопротивление грунта. В целом эти все три сопротивления называют сопротивлением току растекания.

Сопротивление заземления зависит в основном от сопротивления грунта  $\rho$ , формы заземления и его геометрических размеров. Так для полусферического электрода радиусом  $r$

$$R_{\text{сф}} = \rho / (2\pi r), \text{ Ом.}$$

Для вертикального электрода стержня длиной  $l$  и диаметром  $d$

$$R_{\text{ст}} = \rho / (2\pi l) * \lg (4l) / d, \text{ Ом}$$

Нормативные сопротивления заземлений даны в ПУЭ и зависят от напряжения, вида нейтрали и мощности установки. По правилам сопротивление заземления для установок до 1000 В  $R$  не меньше 4 Ом и не больше 10 Ом для генераторов и трансформаторов мощностью более 100 кВт.

Если по расчёту или замерам оказалось, что одного заземлителя мало, то считают по формуле

$$h = R_{\text{од}} / (R_{\text{н}} * \eta),$$

где  $R_{\text{од}}$  – сопротивление одиночного заземлителя, Ом

$\eta$  – коэффициент непользования заземлителей

$R_{\text{н}}$  – нормативное сопротивление заземлителя, Ом.

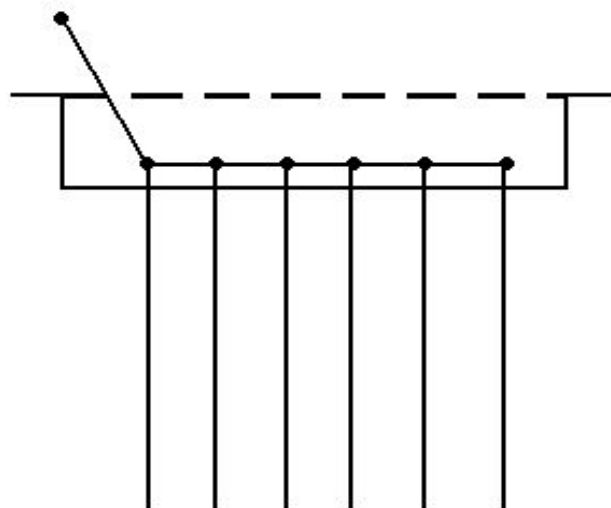
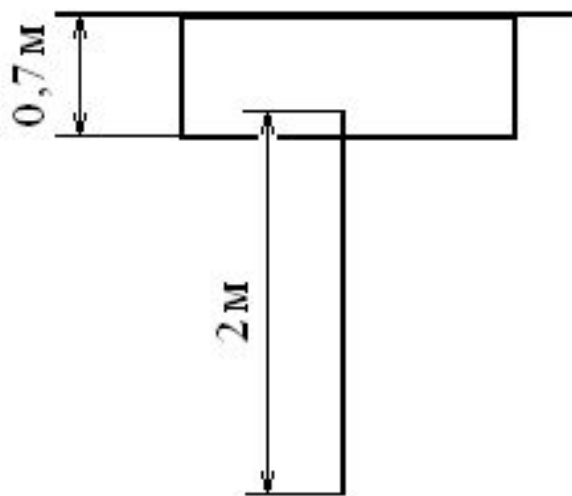
На практике заземление выполняют:

Сварка или болтовое соединение – каждый агрегат отдельно. Видимое заземление голым проводом.

Защитное зануление устраивают в трёхфазных четырёх проводных сетях с глухо заземлённой нейтралью напряжением до 1000 В. Заземление в этих сетях не обеспечивает надёжной защиты. **Зануление** – это преднамеренное соединение нетоковедущих металлических частей электроустановок с заземлённым нулевым проводом, при появлении на корпусе опасного напряжения и наличия зануления – возникает короткое замыкание и в результате срабатывает или максимально – токовая защита или горят вставки. О-провод многократно заземляют через каждые 250 м

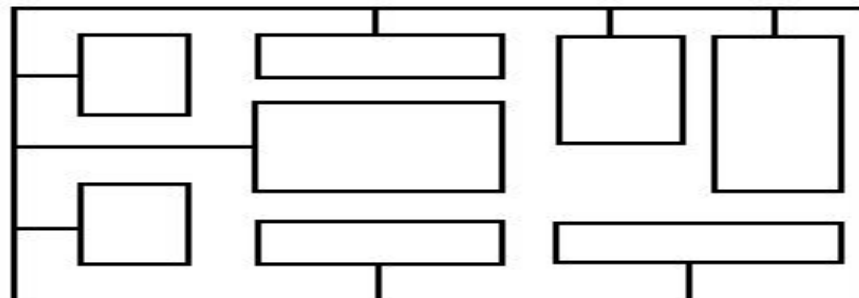
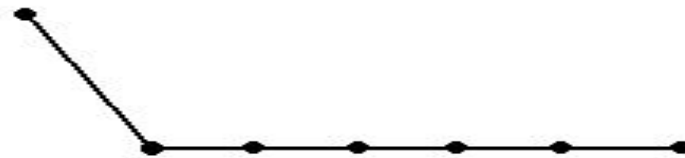
## Выполнение заземления на строительной площадке

Заземление выполняется трубами, арматурными стержнями или профилем. Отрывается канава глубиной 0,7 м и в нее забиваются стержни длиной более, чем глубина промерзания этого района. Количество стержней определяется расчетом.



# Схема контура заземления

Каждый элемент оборудования должен быть  
подключен к заземляющему контуру  
индивидуально!

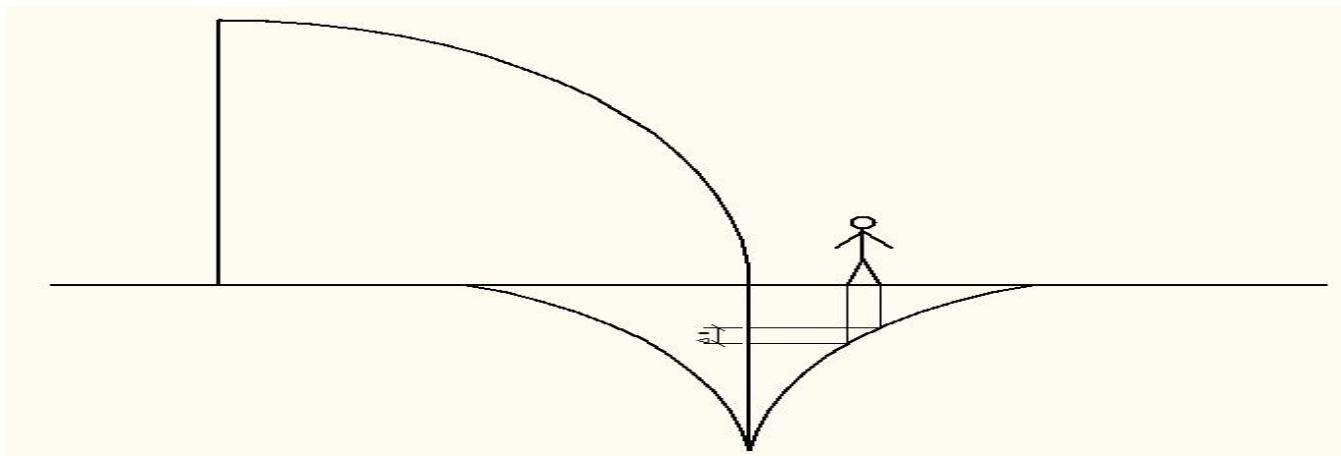


**О-провод** предназначен для создания цепи для тока короткого замыкания с малым сопротивлением, что обеспечивает быстрое срабатывание защиты. Если человек находится в зоне растекания электрического тока в земле, то его может поразить ток, появляющийся за счёт разности потенциалов при тяге

$$U_m = U_r - U_i$$
$$I_r = U_m / (R_r + R_T)$$
$$U_m = \rho / 2\pi ((y/r) - (y/(r+a)))$$

20 м – напряжение есть.

20 – напряжённость растекается в земле и плотность тока уже незначительна. Шаги как можно меньше.





# Индивидуальные средства защиты



# Индивидуальные средства защиты:

- 1 Изолирующие штанги, токоизмерительные клещи, указатели напряжений – изолирующие средства: коврики, галоши, боты, перчатки – это свыше 1 000 В.
- 2 До 1 000 В – индикаторы, всевозможные резиновые перчатки, инструмент с диэлектрическими рукоятками. Все средства защиты испытывать в сроки и напряжением, предусмотренные ПУЭ. Как правило 1 раз 6 месяцев и напряжением 3 кВ.

# Классы машин и инструмента

\* Классы электроинструмента и ручных электрических машин по способу защиты от поражения электрическим током регламентированы действующими государственными стандартами.

## Классы электротехнических изделий по способу защиты человека от поражения электрическим током (классы электробезопасности, выдержка из ГОСТ 12.2.007.0-75)

Установлены пять классов защиты: 0; 0I; I; II; III:

- К классу 0 должны относиться изделия, имеющие по крайней мере рабочую изоляцию и не имеющие элементов для заземления, если эти изделия не отнесены к классу II или III.
- К классу 0I должны относиться изделия, имеющие по крайней мере рабочую изоляцию, элемент для заземления и провод без заземляющей жилы для присоединения к источнику питания.

К классу I должны относиться изделия, имеющие рабочую изоляцию и элемент для заземления. Если изделие имеет провод для присоединения к источнику питания, он должен иметь заземляющую жилу и вилку с заземляющим контактом.

К классу II должны относиться изделия, имеющие двойную или усиленную изоляцию и не имеющие элементов для заземления.

К классу III следует относить изделия, не имеющие ни внешних, ни внутренних цепей с напряжением  $> 42\text{В}$ . Внешние источники питания не должны иметь напряжения  $> 42\text{В}$  и  $50\text{ В}$  при холостом ходе.

При использовании в качестве источника питания трансформаторов или преобразователей, их входная и выходная обмотки не должны иметь электрической связи и между ними должна быть установлена двойная или усиленная изоляция.

# Требования к персоналу

К работе с переносным электроинструментом и ручными электрическими машинами класса I\* в помещениях с повышенной опасностью\*\* должен допускаться персонал, имеющий группу II.

# Требования ПУЭ к светильникам и инструменту

В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных переносные электрические светильники должны иметь напряжение не выше 50 В.

При работах в особо неблагоприятных условиях (колодцах выключателей, отсеках КРУ, барабанах котлов, металлических резервуарах и т.п.) переносные светильники должны иметь напряжение не выше 12 В.



# Использование электроинструмента

Место проведения работ	Класс электроинструмента	Применение Средств защиты
		С применением электрозащитных средств
Помещения без повышенной опасности, помещения с повышенной опасностью	I	Без применения электрозащитных средств, если электроприемник получает питание от разделительного трансформатора или УЗО
	II	Без применения электрозащитных средств
	III	Без применения электрозащитных средств

<b>Место проведения работ</b>	<b>Класс электроинструмента</b>	<b>Применение Средств защиты</b>
	I	Не допускается применять
Особо опасные помещения	II	Без применения электрозащитных средств
	III	Без применения электрозащитных средств

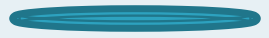
**Место проведения работ**

**Класс электроинструмента**

**Применение Средств защиты**



Особо опасные помещения



Не допускается применять

Без применения электрозащитных средств

Без применения электрозащитных средств

	<b>I</b>	<b>Не допускается применять</b>
<b>Особо опасные помещения</b>	<b>II</b>	<b>Без применения электрозащитных средств</b>
	<b>III</b>	<b>Без применения электрозащитных средств</b>

	<b>I</b>	<b>Не допускается применять</b>
Вне помещений (наружные работы)	<b>II</b>	Без применения электрозащитных средств
	<b>III</b>	Без применения электрозащитных средств

	I	Не допускается применять
При наличии особо неблагоприятных условий (в сосудах, аппаратах и других металлических емкостях с		С применением хотя бы одного из электрозащитных средств (диэлектрических перчаток, ковров, подставок, галош).
ограниченной возможностью перемещения и выхода)	II	
	III	Без применения электрозащитных средств

# Перед началом работ необходимо

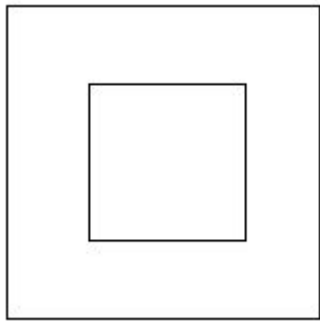
определить по паспорту класс машины или инструмента;

проверить комплектность и надежность крепления деталей;

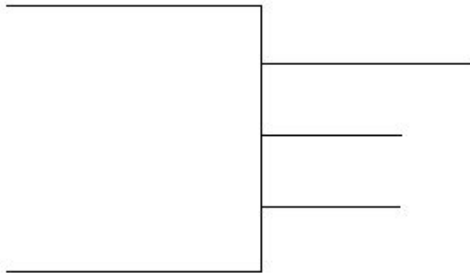
убедиться внешним осмотром в исправности кабеля (шнура), его защитной трубки и штепсельной вилки, целости изоляционных деталей корпуса, рукоятки и крышек щеткодержателей, защитных кожухов;

проверить четкость работы выключателя;  
проверить работу электроинструмента или  
машины на холостом ходу;  
проверить у машины I класса исправность  
цепи заземления (корпус машины -  
заземляющий контакт штепсельной вилки).

# Обозначение устройств с двойной изоляцией и вилок для подключения устройств I-класса



- двойная изоляция машин  
и приборов



3 - вилка 3 – заземляющий  
ВЫВОД



# Требования ГОСТов по Э/Б в строительстве:

1. Лица, обслуживающие электроустановки, должны быть не моложе 18 лет
2. Проходить предварительный и периодические медицинские осмотры, в сроки, установленные Министерством здравоохранения

3. Лица, допускаемые к работам по обслуживанию электроустановок, а также к управлению машинами с электроприводом, должны иметь соответствующую квалификацию по справочнику и соответствующую квалификационную группу по технике безопасности, проходить инструктаж и проверку знаний по технике безопасности согласно Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок, утвержденным Госэнергонадзором.

4. Лица, допускаемые к управлению строительными машинами и оборудованием с электроприводом, должны иметь квалификационную группу по технике безопасности не ниже II. Экзамены ежегодно с записью в журнале

5. Лица, работающие с ручными электрическими машинами, должны иметь I квалификационную группу по технике безопасности. Присвоение I квалификационной группы следует оформлять записью в журнале проверки знаний по технике безопасности. Инструктаж не реже 1 раза в квартал.

6. Лица, занятые на строительномонтажных работах, должны быть обучены безопасным способам прекращения действия электрического тока на человека и оказания первой доврачебной помощи при электротравме.

7. Ответственность за безопасное производство конкретных строительномонтажных работ с использованием электроустановок возлагается на инженерно-технических работников, руководящих производством этих работ.

8. При устройстве электрических сетей на строительной площадке необходимо предусматривать возможность отключения всех электроустановок в пределах отдельных объектов и участков работ.

9. Все работы по ремонту и обслуживанию электроустановок, должны выполняться электротехническим персоналом. Установка предохранителей, а также электрических ламп должна выполняться электромонтером, применяющим средства индивидуальной защиты.

10. Монтажные и ремонтные работы на электрических сетях и электроустановках должны производиться после полного снятия с них напряжения и при осуществлении мероприятий по безопасному выполнению работ.

11. Хранение, проверка, выдача для работы и эксплуатации ручных электрических машин, понижающих трансформаторов, преобразователей и переносных электрических светильников должны проводиться по правилам ТБ ПУЭ.

12. В помещениях с повышенной опасностью и вне помещений необходимо применять ручные машины II и III классов. При использовании машин II класса необходимо применять средства индивидуальной защиты.

В помещениях с особо опасными условиями используются электрические машины только III класса с применением средств индивидуальной защиты.

13. Вилка переносных электроприборов I класса должна обеспечить опережающее замыкание заземляющего контакта и отключение его в последнюю очередь.

14. Металлические леса, рельсы кранов и другие металлические части строительных машин и оборудования с электроприводом должны быть заземлены (занулены).

В электроустановках до 1000 В с глухозаземленной нейтралью или глухозаземленным выводом источника однофазного тока, заземление корпусов приемников тока без их зануления не допускается.



# Требования ГОСТов по Э/Б в строительстве

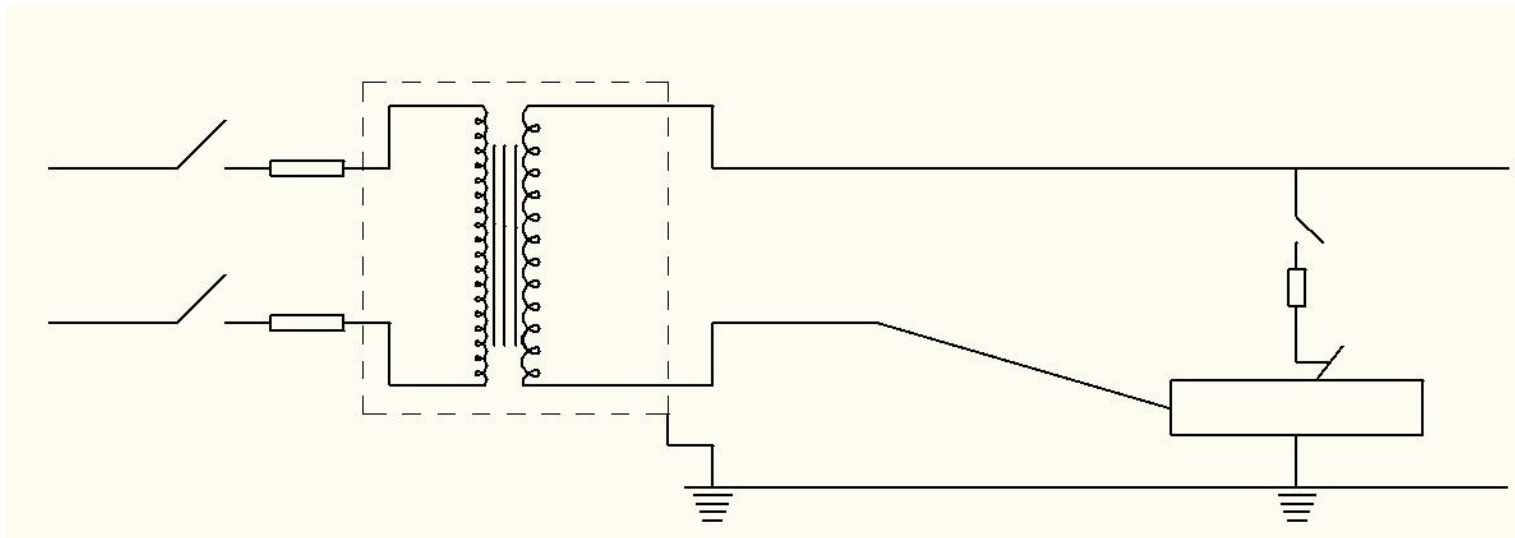
- 15. Наружные электропроводки временного электроснабжения должны быть выполнены изолированным проводом, размещены на опорах на высоте не менее 2,5 м - над рабочими местами, 3,5 м - над проходами, 6,0 м - над проездами.
- 16. Токоведущие части электроустановок должны быть изолированы, ограждены или размещены в местах, не доступных для прикосновения к ним.

17. Электрические сети и установки короткого замыкания и замыкания на корпус в виде калиброванных вставок или автоматических выключателей.

18. Светильники общего освещения с напряжением 127 и 220 В должны устанавливаться на высоте не менее 2,5 м. При меньшей высоте светильники должны питаться напряжением 42 В. В особо опасных условиях напряжение переносных светильников не выше 12

В качестве источника питания до 42 В, следует применять понижающие трансформаторы, машинные преобразователи, генераторы, аккумуляторы. Применение автотрансформаторов не допускается.

- 19. Электросварочные устройства должны удовлетворять ГОСТ 12.2.003-74 и ГОСТ 12.2.007.8-75.



- 20. Электросварочная установка должна подключаться к источнику питания через рубильник и предохранители или автоматический выключатель.
- 21. Ручная электросварка должна производиться с применением двух проводов – к держателю и детали. При этом зажим вторичной обмотки сварочного трансформатора, к которому присоединен обратный провод, должен быть заземлен (занулен).

# Требования ГОСТов по Э/Б

- 22. В качестве обратного провода не допускается использование труб (водопровод и т. д.), сети заземления, металлических конструкций зданий, технологического оборудования.
- 23. Напряжение питающей сети должно быть не выше: 380 В - при электродном прогреве грунта, 220 В - при электродном прогреве бетона и ж/бетона.
- 24. Машинист грузоподъемной машины должен иметь квалификационную группу по технике безопасности не ниже II.

- 25. В течение всего периода эксплуатации электроустановок на строительных площадках должны применяться знаки безопасности по ГОСТ 12.4.026-76.

Приближенные значения удельного сопротивления грунта Ом/см

- Песок (влажный) -  $7 \cdot 10^{-4}$  ;
- Супесь -  $3 \cdot 10^{-4}$  ;
- Суглинок -  $1 \cdot 10^{-4}$  ;
- Глина -  $0,4 \cdot 10^{-4}$  ;
- Чернозём -  $2 \cdot 10^{-4}$  ;



*Защита от статического электричества и молний*

Статическое электричество возникает при трении двух диэлектриков друг о друга или о проводник. При трении жидкостей также возможно появление статического электричества. При этом могут возникнуть очень большие разности потенциалов. Но они возможны только при хорошей изоляции. Пробой слоя воздуха в 1 см – может произойти при разности потенциалов 30000 В. В этом случае происходит искровой разряд. Если изоляция недостаточна, то происходит стекание электрического заряда на землю. На этом основана защита от статического электричества. Таким образом возможность электризации появляется при удельном электрическом сопротивлении  $\rho \geq 10^6$  Ом см.



Их электризация опасна возможностью искрового разряда. Искровой разряд очень опасен в целом ряде производств и условий при наличии паро-, газо- и пылевоздушных смесей, способных взрываться. Заряды статического электричества возникают при транспортировке диэлектрических жидкостей по незаземлённым трубопроводам и в незаземлённую ёмкость. При нетечении сжатых газов, при свободном падении жидкостей, при движении пылевоздушных смесей в трубах и аппаратах (пневмотранспорт, просеивание и т.д.) при трении трансмиссионных ремней о шкивы и др. Заряды в этих случаях могут достигать 30 – 50 и даже 80 кВ. При разности потенциалов 3 – 5 кВ – искровой разряд уже может воспламенить большинство горючих газов и пылей.

## Мерами защиты от статического электричества являются:

- Отвод зарядов статического электричества путём заземления оборудования, резервуаров, трубопроводов и т.п.
- Увеличение относительной влажности воздуха до 70% - увлажнение носителей заряда (ионизация воздуха).
- Заземляют оборудование с ременной передачей, а сами ремни покрывают электропроводящей смазкой (с графитом).

- ▣ Статические заряды могут образовываться и на человеке, если хорошо изолирован от пола или пол не токопроводящий. Статическое электричество возникает в основном от трения одежды – шерсти, шёлка, синтетики – особенно. Заряд может достигать 7000 В. При разрядке бывает щелчок или укол – для жизни не опасно, но взрыв может быть, испуг. Длительное действие статического электричества может вызвать расстройство некоторых нервных функций.

## Защита:

- Токопроводящие полы и заземление рабочих зон (всего: ручек, помостов, перил, лестниц и т.д.)
- Выдача работающим токопроводящей обуви
- Запрещение ношения электризующейся одежды и белья, а также колец и браслетов на некоторых заряды аккумулируются.

Наличие статического электричества определяют приборами: электроскоп с конденсатором; электростатический вольтметр; автоматический сигнализатор наличия статического электричества.

**Молниезащита** – это комплекс защитных мер от разрядов атмосферного статического электричества, обеспечивающих безопасность людей, сохранность зданий и сооружений, оборудования и материалов от загорания, взрывов и разрушений.

Заряд получается при трении мельчайших частичек воды и при резкой смене температур. Разность потенциалов при грозовых разрядах достигает от 100 млн. до 1 млрд. В. Разряд происходит за 0,1 – 1,13 сек. Температура в канале молнии 10000 - 20000° С. В среднем на 1 км<sup>2</sup> поверхности земли приходится 2 – 4 удара молнии в год.

# Поражение молнией

Возможно воздействие тока молнии трёх типов:

**Прямой удар.** Здесь прежде тепловое воздействие и механическое. Токовод нагревается, плавится, испаряется со взрывом – отсюда механическое разрушение.

**Вторичное действие.** Разряд молнии сопровождается появлением в пространстве изменяющегося во времени магнитного поля, которое индуцирует в контурах (образованных из различных металлических предметов) электродвижущую силу. Там где контакты контуров не надёжны возникает искрение или нагревание, что очень опасно в зданиях с повышенной взрывоопасностью.

**Занос высоких потенциалов.** Высокие потенциалы могут быть занесены по любым металлоконструкциям (проводам ЛЭП, трубам, рельсам и т.д.). Эти заносы сопровождаются искрением (электрическими разрядами), которые могут явиться источником взрыва или пожара.

Существует следующая классификация зданий по категориям грозозащитных мероприятий:

- **К первой категории** отнесены здания и сооружения, отнесённые в ПУЭ к классам В-I и В-II. В них образуются и длительно сохраняются взрывоопасные смеси газов, паров и пыли с воздухом или другими окислителями. Взрывы в таких помещениях сопровождаются большими разрушениями и человеческими жертвами.
- **Ко второй категории** относятся здания и сооружения, отнесённые в ПУЭ к классам В-Ia; В-IIa и В-Iб.



- В этих помещениях взрывоопасные смеси образуются только в момент производственных аварий. Взрыв в таких помещениях сопровождается незначительными разрушениями и без человеческих жертв.
- К третьей категории относятся здания и сооружения, где прямой удар молнии может вызвать пожар, разрушения и поражения людей.

В соответствии с СН 305-77 здания и сооружения I и II категории подлежат молниезащите от прямых ударов и вторичного воздействия и заноса высоких напряжений.

Здания третьей категории должны иметь защиту от прямого удара и заноса высоких напряжений.

Для защиты от тока молний устраивают молниеотводы.

**Молниеотводы** – это устройства, принимающие молнию и отводящие её на землю. Они состоят из трёх частей: молниеприёмника, токоотвода и заземлителя.

По виду молниеотводы делятся на:

- Стержневые;
- Тросовые;
- Сеточные.

Защитное действие молниеотвода основано на свойстве молнии поражать наиболее высокие и хорошо заземлённые металлические конструкции и характеризуется зоной защиты, под которой понимается пространство, защищенное с некоторой вероятностью от попадания молнии.

Вероятность поражения должна быть не более 1%. Надо чтобы весь объект был в зоне защиты.

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой  $h$  представляет собой конус с образующей в виде ломаной линии

$$r = 0,75 h.$$

Для определения радиуса защиты на любой высоте при  $h$  до 60 м

$$r_x = 1,5 (h - 1,25h_x) \text{ м при } 0 \leq h_x \leq 2/3 h \text{ и}$$

$$r_x = 0,75 (h - h_x) \text{ м при } h_x > 2/3 h$$

Сечение молниеотвода должно быть не менее 100 мм<sup>2</sup>.

Для конструкции молниеотвода можно использовать конструкции здания, все несущие части здания (бетонные, деревянные). В качестве молниеотвода можно использовать металлические части зданий, арматуру ж/б конструкций и т.д. Все металлические части строящегося здания надо подсоединять к каркасу здания, а каркас заземлять через каждые 20 – 30 м по периметру. Можно ставить 2 стержневых (и более) молниеотвода.

## Защита от заноса высоких потенциалов осуществляется следующим образом:

Для зданий I категории ввод воздушных линий любого назначения не допускается - только подземные кабели. Трубопроводы перед входом в цех должны быть заземлены  $R \leq 5$  Ом.

Для зданий II категории линии любого назначения за 50 м должны прокладываться под землёй. Трубопроводы (и кабели при переходе на воздушку) перед входом в цех должны быть заземлены на специальные заземлители с  $R \leq 10$  Ом.

В процессах объекта трубопроводы заземляются через каждые 40-50м.

Для III категории ввод воздушных линий разрешён, но на проводах ввода устанавливается искровой промежуток или низковольтный вентильный разрядник, подключенный к заземлителю с  $R \leq 20$  Ом. Трубопроводы при вводе в цех заземляются.