

# Электробезопасность

система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества

# Опасность электрооборудования

---

- **электрическое замыкание на корпус** - случайное электрическое соединение токоведущей части с металлическими нетокведущими частями электроустановки.
- **электрическое замыкание на землю** - случайное электрическое соединение токоведущей части непосредственно с землей или нетокведущими проводящими конструкциями.

# Опасность электрооборудования

---

- ***Ток замыкания на землю*** – это ток, проходящий через место замыкания на землю.
- ***Зона растекания тока замыкания на землю*** – зона земли, за пределами которой электрический потенциал может быть условно принят равным нулю.

# Опасность электрооборудования

- **напряжение прикосновения** - напряжение между двумя точками цепи тока, которых одновременно касается человек.

$$I_{\text{ч}} = U_{\text{пр}} / R_{\text{ч}}$$

- **напряжение шага** - напряжение между двумя точками цепи тока, находящимися одна от другой на расстоянии шага, на которых одновременно стоит человек.

$$I_{\text{ч}} = U_{\text{ш}} / R_{\text{ч}}$$

# Опасность электрооборудования

---

- **Ощутимый ток** – это электрический ток, вызывающий при прохождении через организм ощутимые раздражения;
- **Неотпускающий ток** – это электрический ток, вызывающий при прохождении через человека непреодолимые судорожные сокращения мышц руки, в которой зажат проводник;
- **Фибрилляционный ток** – это электрический ток, вызывающий при прохождении через организм фибрилляцию сердца.

# Опасность электрооборудования

---

- **Электрозащитные средства** – это переносимые и перевозимые изделия, служащие для защиты людей, работающих с электроустановками, от поражения электрическим током, от воздействия электрической дуги и электромагнитного поля.

# Опасность электрооборудования

---

- ***Защита от прикосновения к токоведущим частям*** – это устройства, предотвращающие прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям.

# Опасность электрооборудования

---

- **Защитное заземление** – это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.
- **Защитное отключение** – это быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения ТОКОМ.

# Опасность электрооборудования

---

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

# Опасность электрооборудования

---

- ***Электрическое разделение сети*** – это разделение электрической сети на отдельные электрически не связанные между собой участки с помощью разделяющего трансформатора, под которым понимается специальный трансформатор, предназначенный для отделения приемника энергии от первичной электрической сети и сети заземления.

# Опасность электрооборудования

- **Выравнивание потенциала** – это метод снижения напряжений прикосновения ( $U_{\text{пр}}$ ) и шага ( $U_{\text{ш}}$ ) между точками электрической цепи, к которым возможно одновременное прикосновение или на которых может одновременно стоять человек.
- Под **малым напряжением** понимают номинальное напряжение не более 42 В, применяемое в целях уменьшения опасности поражения электрическим током.

# Опасность электрооборудования

---

- **Рабочая изоляция** – это электрическая изоляция токоведущих частей электроустановки, обеспечивающая ее нормальную работу и защиту от поражения электрическим током. **Дополнительная изоляция** – электрическая изоляция, предусмотренная дополнительно к рабочей изоляции для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения рабочей изоляции

# Опасность электрооборудования

---

- ***Двойная изоляция*** – это электрическая изоляция, состоящая из рабочей и дополнительной изоляции.
- ***Усиленная изоляция*** – это улучшенная рабочая изоляция, обеспечивающая такую же степень защиты от поражения электрическим током, как и двойная изоляция.

# Факторы, влияющие на исход электропоражения

---

- сила тока
- частота и род тока
- длительность воздействия тока
- напряжение
- сопротивление тела человека
- пути прохождения тока
- индивидуальные свойства человека

# Электробезопасность обеспечивается

---

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

# Технические способы и средства обеспечивают электробезопасность с учётом

- *номинального напряжения* ( $U_{\text{ном}}$ ), рода и частоты тока электроустановки;
- *способа электроснабжения* (от стационарной сети, от автономного или передвижного источника питания);
- *режима нейтрали* (средней точки) источника питания электроэнергией (изолированная, заземлённая нейтраль);
- *вида исполнения* (стационарные, передвижные, переносные);

# Технические способы и средства обеспечивают электробезопасность с учётом

- *условий внешней среды*: особо опасные помещения, помещения с повышенной опасностью, помещения без повышенной опасности, на открытом воздухе (классификация помещений по степени опасности поражения электрическим током определяется в соответствии с Правилами устройства электроустановок);
- *возможности снятия напряжения с токоведущих частей*, на которых или вблизи которых должны производиться работы;

# Технические способы и средства обеспечивают электробезопасность с учётом

- *характер возможного прикосновения человека к элементам цепи тока:*
  - однофазное (однополюсное) прикосновение, двухфазное (двухполюсное) прикосновение;
  - прикосновение к металлическим нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением;

# Технические способы и средства обеспечивают электробезопасность с учётом

- *возможности приближения к токоведущим частям*, находящимся под напряжением, на расстояние меньше допустимого или попадания в зону растекания тока;
- *видов работ*: монтаж, наладка, испытание, эксплуатация электроустановок, осуществляемых в зоне расположения электроустановок, в том числе в зоне воздушных линий электропередачи (ЛЭП).

# Действие электрического тока на человека

---

## Местные электротравмы:

- электрические ожоги,
- металлизация кожи,
- электрические знаки,
- электроофтальмия,
- механические повреждения

# Действие электрического тока на человека

*Электрический удар* – возбуждение живых тканей организма протекающим через него током, сопровождающееся непроизвольным судорожным сокращением мышц.

## Общие электротравмы (электрические удары):

**I степень – судорожное сокращение мышц без потери сознания;**

**II степень – судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранением работы органов дыхания и сердца;**

**III степень – потеря сознания и нарушение деятельности сердца или органов дыхания (либо того и другого вместе);**

**IV степень – отсутствие работы органов дыхания и кровообращения (клиническая смерть).**

# Электрические ожоги

Ожоги бывают двух видов:

- *токовый (контактный)*,
- *дуговой*.

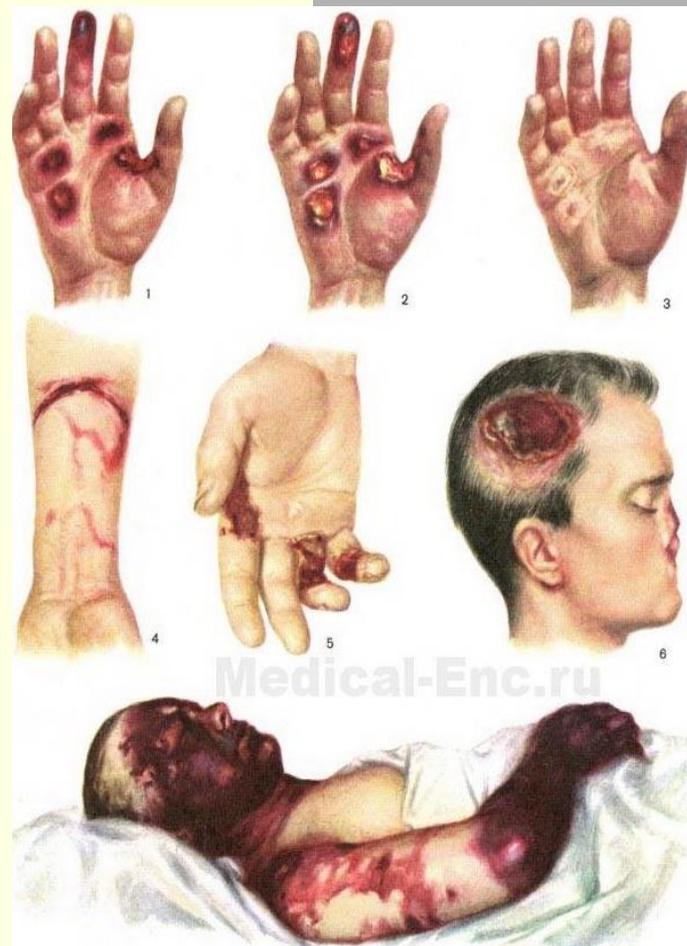
**Токовый ожог** получается в результате контакта человека с токоведущей частью электроустановки. Токовые ожоги обычно могут быть получены в электроустановках напряжением до 1000 В и в большинстве случаев не имеют тяжелых последствий.

**Дуговой ожог** обусловлен воздействием на тело человека электрической дуги, обладающей высокой температурой и большой энергией. Такие ожоги могут быть получены в электроустановках напряжением более 1000 В и, как правило, носят тяжелый характер.

# Электрические ожоги



Рис. 1. Дуговой ожог



## Электрические знаки (знаки тока или электрические метки)

---

представляют собой четко очерченные пятна разного цвета (серого или бледно желтого) на поверхности кожи человека, подвергшегося воздействию тока.

В большинстве случаев эти знаки имеют круглую или овальную форму с углублением в центре и являются практически безболезненными, а их лечение заканчивается благополучно.



# Металлизация кожи

*это проникновение в ее верхние слои мельчайших частиц металла, расплавившегося под действием электрической дуги.* Пострадавший в месте поражения испытывает сильное раздражение кожи от присутствия на ней инородного тела и боль от ожога за счет теплоты проникшего в кожу раскаленного металла. С течением времени болезненные ощущения исчезают.



# Электроофтальмия

---

это воспаление наружных оболочек глаз, возникающее в результате воздействия мощного потока УФ-лучей (например, при наличии электрической дуги), которые поглощаются клетками организма и вызывают в них химические изменения.

# Механические повреждения

---

*в результате резких, произвольных, судорожных сокращений мышц под воздействием тока, проходящего через тело человека, могут возникать разрывы кожи, кровеносных сосудов, нервной ткани, а также вывихи суставов и переломы костей.*

# Электрический удар

---

*это возбуждение живых тканей организма проходящим через него электрическим током.*

Исход воздействия тока на организм при этом может быть различен – от судорожного сокращения мышц конечностей до прекращения работы сердца или легких, т.е. до смертельного поражения.

# Электрические удары обычно приводят к последствиям, подразделяемым на четыре степени:

---

- I — судорожное сокращение мышц без потери сознания;
- II — судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранением работы органов дыхания и сердца;
- III — потеря сознания и нарушение деятельности сердца или органов дыхания, либо одновременно происходит и то и другое);
- IV —клиническая смерть.

# Клиническая смерть

*это отсутствие работы органов дыхания и кровообращения, отсутствие реакции на болевые раздражения.*

Длительность клинической смерти определяется временем с момента прекращения сердечной деятельности и дыхания до начала гибели клеток коры головного мозга: в большинстве случаев она составляет 4...5 мин.

В состоянии клинической смерти путем воздействия на органы дыхания и кровообращения возможно оживление умирающего организма.

Следующая стадия – **биологическая смерть** (прекращение биологических процессов в клетках и тканях организма и распад белковых структур) является необратимой.

# Основные причины смерти от электрического тока:

---

- прекращение работы сердца
- прекращение деятельности органов дыхания,
- электрический шок.

# Прекращение работы сердца

---

называется **фибрилляцией**, т.е. хаотическими и разновременными сокращениями волокон сердечной мышцы (фибрилл), при которых сердце перестает выполнять функции насоса, т.е. оно не в состоянии обеспечить движение крови по сосудам.

В результате в организме нарушается кровообращение и, как следствие, прекращается доставка кислорода кровью из легких к тканям и органам, что и вызывает гибель организма.

# Прекращение дыхания

---

*вызывается прямым, а в некоторых случаях рефлекторным воздействием тока на мышцы грудной клетки, участвующие в процессе дыхания.* Затруднение дыхания испытывается уже при поражении переменным током порядка нескольких миллиампер, при этом оно усиливается с ростом силы тока. При длительном (в течение нескольких минут) воздействии такого тока наступает **асфиксия (удушье)** в результате недостатка кислорода и избытка углекислоты в организме.

# Электрический шок

*это своеобразная тяжелая нервно-рефлекторная реакция в ответ на сильное раздражение электрическим током.*

Она сопровождается опасными расстройствами:

- кровообращения,
- дыхания,
- обмена веществ и т.п.

Шоковое состояние может длиться от нескольких минут до суток, после чего наступает либо гибель организма в результате полного угасания жизненно важных функций, либо выздоровление после своевременного активного лечебного вмешательства.

# Исход поражения электрическим током

---

*зависит от:*

- силы тока, проходящего через тело человека,
- длительности воздействия тока,
- рода и частоты тока,
- пути прохождения тока,
- сопротивления тела человека,
- приложенного к нему напряжения,,
- индивидуальных свойств пострадавшего
- целого ряда других факторов, включая факторы окружающей среды.

# Пороговые напряжения

---

- Диапазоны абсолютных значений напряжений переменного тока 50 Гц, характерных для режима длительных воздействий (В):
  - начало раздражений – 1...30;
  - болевые ощущения – 3...58;
  - предел переносимости – 3...60.

# Пороговые напряжения

---

- Устойчивые уровни, т.е. диапазоны величин, отвечающие максимуму плотности распределения  $P(U)$ , построенного по результатам экспериментального исследования, оцениваются значениями (В):
  - начало раздражений – 6...8;
  - болевые ощущения – 12...16;
  - предел переносимости – 24...30.

# Пороговые токи

- Диапазоны абсолютных значений переменного тока 50 Гц, характерных для режима длительных воздействий (мА):
  - начало раздражений – 0,3...9,8;
  - болевые ощущения – 0,7...14,0;
  - предел переносимости – 1,1... 22,1.

# Пороговые токи

---

- Устойчивые уровни величин переменного тока 50 Гц для различных стадий ощущений оцениваются значениями (мА):
  - начало раздражений – 1,2...1,6;
  - болевые ощущения – 3...4;
  - предел переносимости – 6...8.

# Электрическое сопротивление тела человека

Диапазон абсолютных значений полного сопротивления тела человека ( $Z_{\text{чел}}$ ) для режима длительных воздействий, составил 0,7–21,0 кОм.

Устойчивые уровни величины  $Z_{\text{чел}}$  для стадии предел переносимости ограничены диапазоном 2,2–4,0 кОм.

# Критерии электробезопасности

---

Критерием электробезопасности можно назвать меру оценки степени безопасности применения электрической энергии.

Защитные средства, ограничивающие напряжение прикосновения ( $U_{пр}$ ) и шаговое напряжение ( $U_{ш}$ ) до безопасных значений.

# *Электрозащитные средства*

---

- изолирующие штанги (измерительные, для наложения заземления);
- изолирующие и электроизмерительные клещи;
- указатели напряжения;
- изолированный инструмент,
- диэлектрические перчатки, боты, галоши, ковры, изолирующие подставки;
- защитные ограждения (щиты, ширмы, изолирующие колпаки и накладки);
- переносные заземления;
- указатели напряжения для проверки совпадения фаз;
- плакаты и знаки безопасности.

# *Электрозащитные средства*

---

- изолирующие устройства и приспособления для ремонтных работ под напряжением 110 кВ и выше, а также в электросетях до 1000 В (полимерные гибкие изоляторы, изолирующие лестницы, канаты, вставки телескопических вышек и подъемников, штанги для переноса и выравнивания потенциала, гибкие изолирующие покрытия и накладки и т.п.).

# *Вспомогательные средства ИЗ*

---

- защитные очки,
- специальные рукавицы,
- сапоги,
- противогазы,
- каски,
- предохранительные монтерские пояса,
- страховочные канаты,
- монтерские когти,
- экранирующие комплекты (костюмы с головными уборами, обувью и рукавицами),
- устройства (экраны)

# *Электрозащитные средства*

---

- Изолирующие электрозащитные средства делятся на:
  - основные;
  - дополнительные.

# Электрозащитные средства

---

- **Основными** называются такие изолирующие электрозащитные средства, изоляция которых длительно выдерживает рабочее напряжение электроустановки и которые позволяют работать на токоведущих частях, находящихся под напряжением (прикасаться к ним или работать на расстояниях до этих токоведущих частей менее допустимых).

# *Электрозащитные средства*

---

- К основным электрозащитным средствам в электроустановках напряжением выше 1000 В относятся:
- изолирующие штанги всех видов,
- изолирующие и электроизмерительные клещи,
- указатели напряжения,
- устройства и приспособления для обеспечения безопасности труда при проведении испытаний и измерений в электроустановках (указатели напряжения для проверки совпадения фаз, устройства для прокола кабеля, устройства для определения разности напряжений в транзите, указатели повреждений кабелей и т.п.).

# *Электрозащитные средства*

---

- К основным электрозащитным средствам в электроустановках напряжением до 1000 В относятся:
- изолирующие штанги,
- изолирующие и электроизмерительные клещи,
- указатели напряжения,
- диэлектрические перчатки,
- изолированный инструмент.

# Электрозащитные средства

---

- **Дополнительными** называют такие изолирующие электрозащитные средства, которые сами по себе не могут при данном напряжении обеспечить защиту от поражения электрическим током, но дополняют основные средства защиты, а также служат для защиты от напряжения прикосновения и напряжения шага.

# *Электрозащитные средства*

---

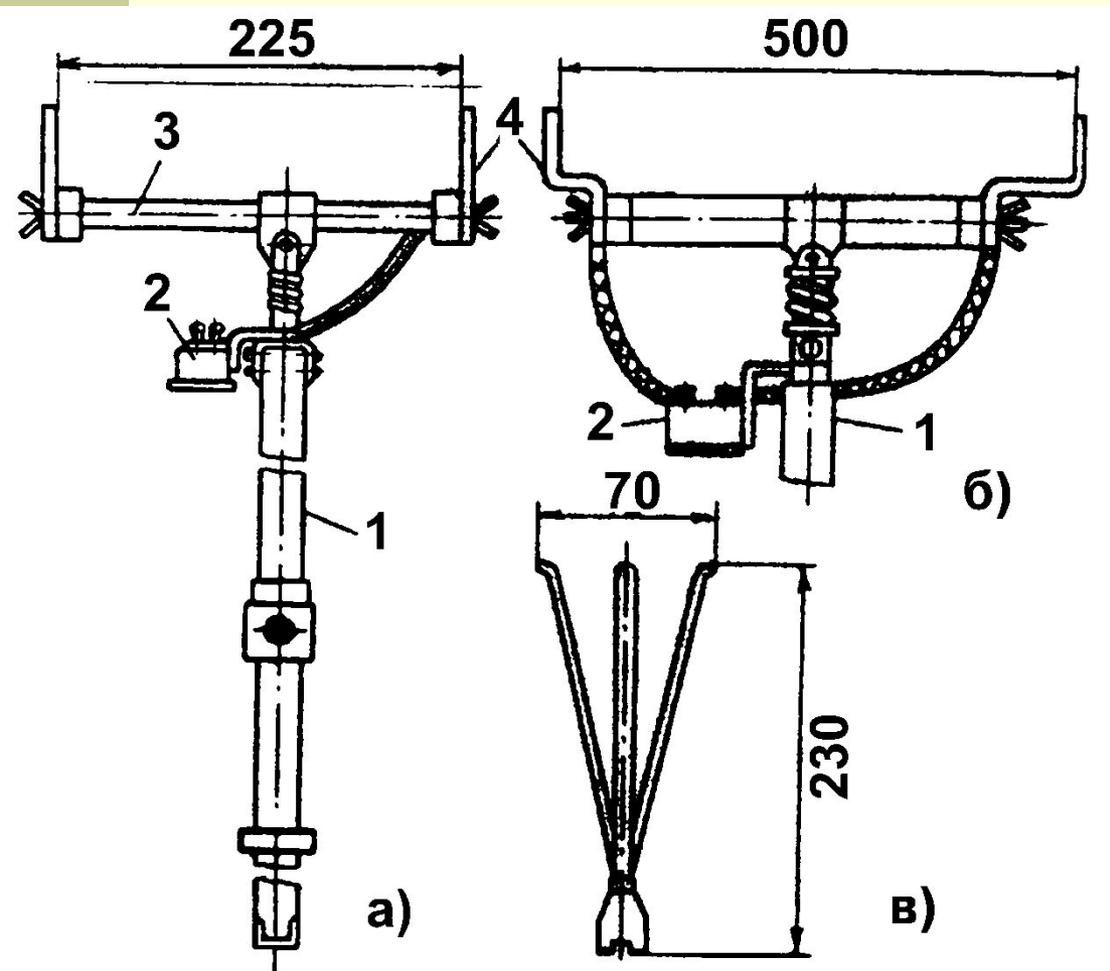
- К дополнительным электрозащитным средствам в электроустановках напряжением выше 1000 В относятся:
- диэлектрические перчатки,
- диэлектрические боты,
- диэлектрические ковры,
- изолирующие подставки и накладки,
- изолирующие колпаки,
- штанги для переносных заземлений и выравнивания потенциалов.

# *Электрозащитные средства*

---

- К дополнительным электрозащитным средствам в электроустановках напряжением до 1000 В относятся:
- диэлектрические галоши,
- диэлектрические ковры,
- изолирующие подставки и накладки, изолирующие колпаки.

# Штанги изолирующие оперативные и штанги переносных заземлений



Штанги измерительного типа:

а — в сборе с головкой для контроля изоляторов;

б — головка для контроля соединителей,

в — головка для снятия набросов;

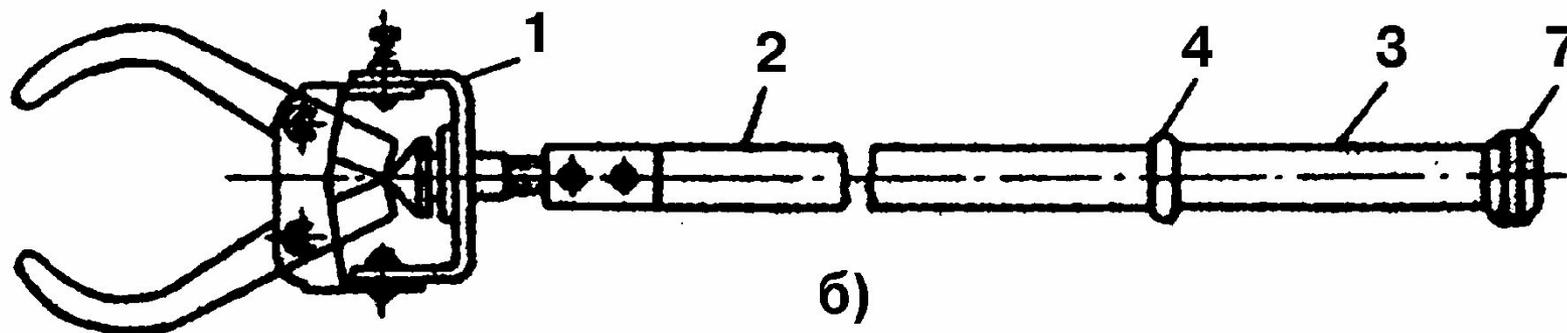
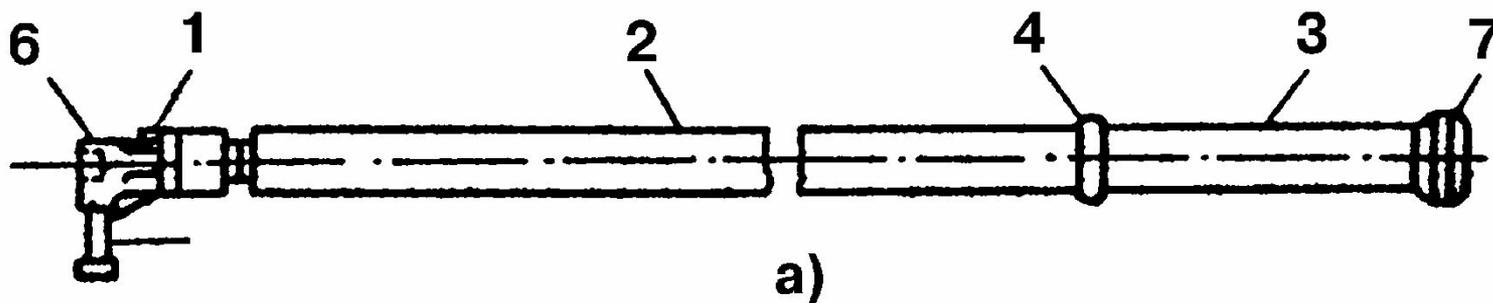
1 — изолирующая часть штанги;

2 — измерительный прибор;

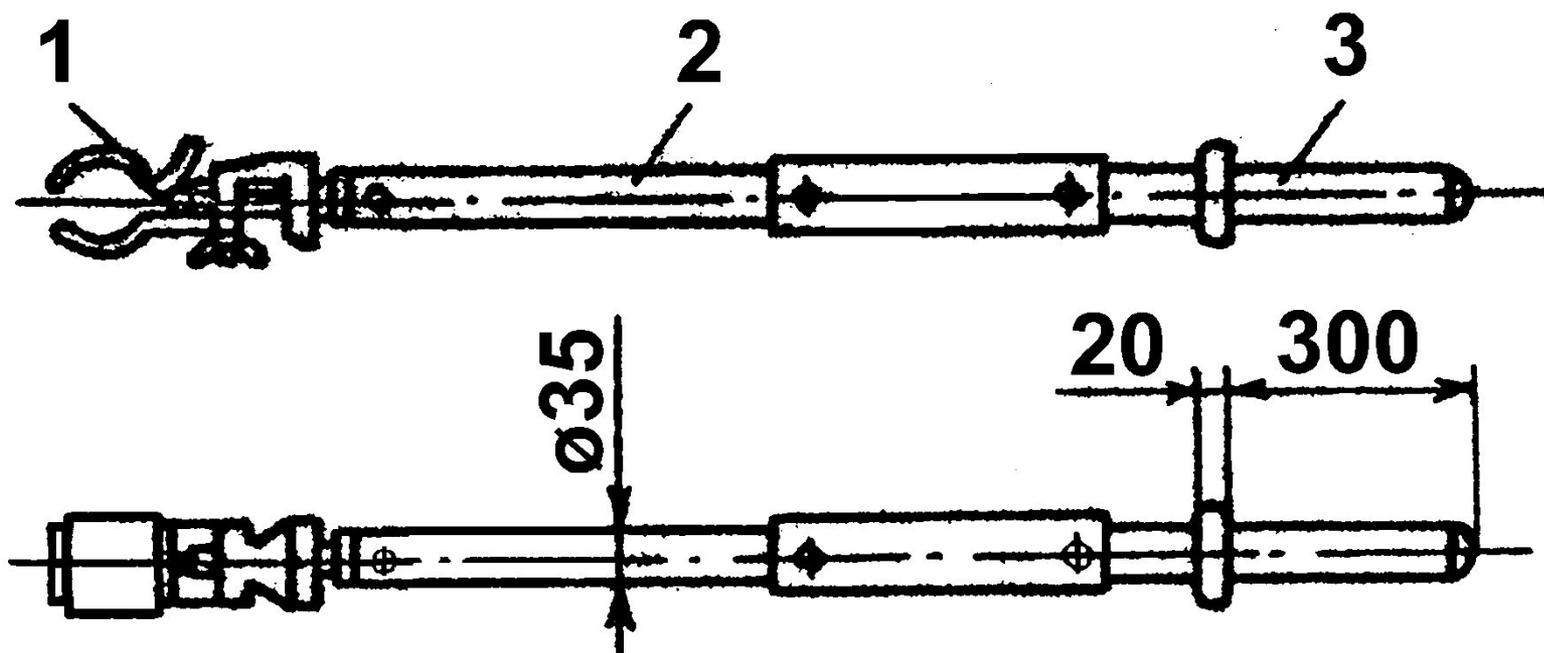
3 — головка штанги для контроля изоляторов;

4 — щупы контактные

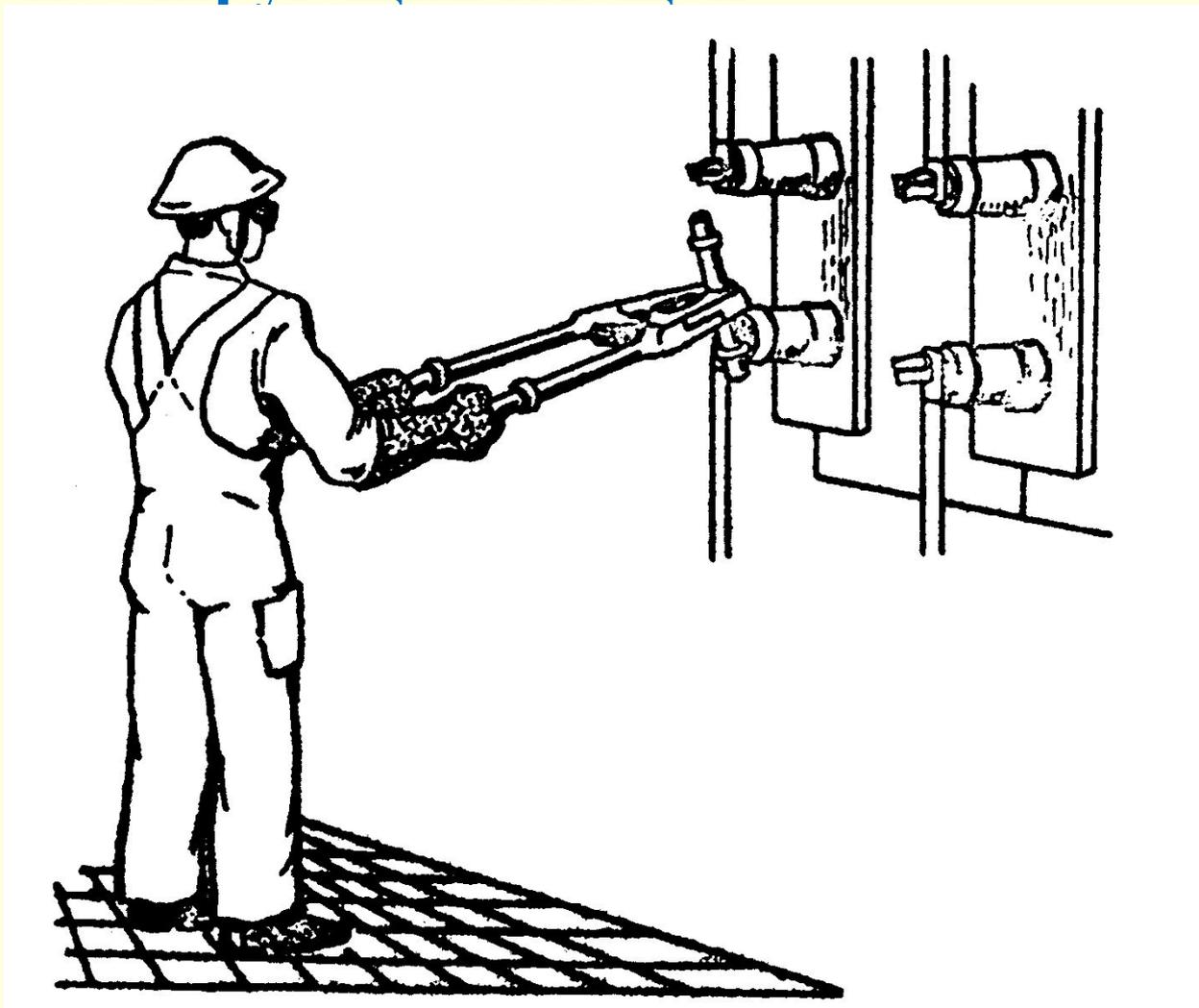
# Изолирующие оперативные штанги



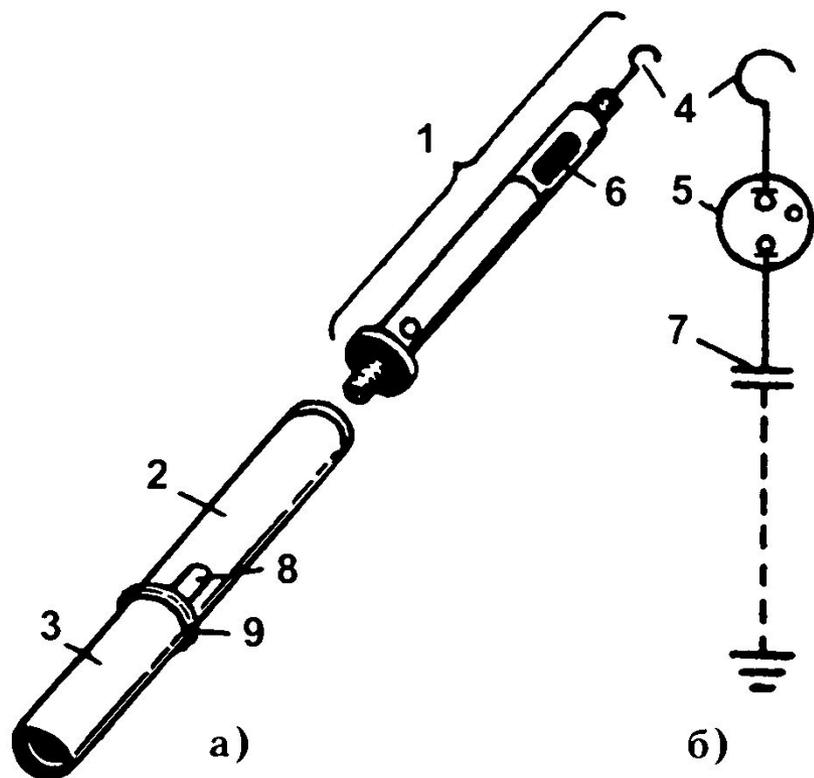
# Клеши изолирующие для электроустановок 6 ... 10 кВ



# Установка (снятие) трубчатого патрона плавкого предохранителя под напряжением выше 1000 В с помощью изолирующих клещей



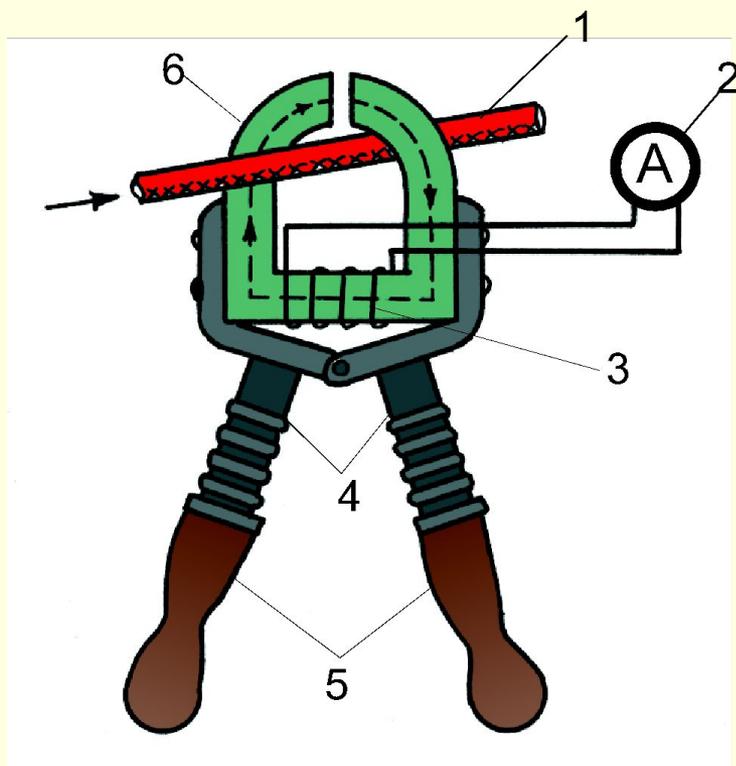
# Указатель напряжения высоковольтные (типа УВН-10)



# Указатели напряжения низковольтные

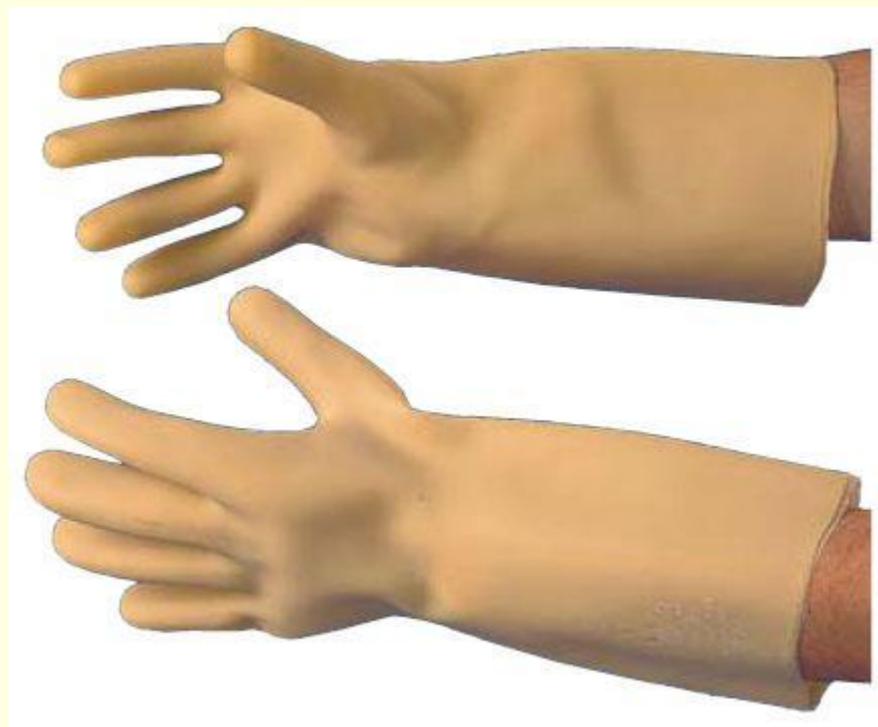


# Указатели для проверки совпадения фаз



# Диэлектрические боты и перчатки

---



# Диэлектрические коврики



Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к металлическим **неэлектропроводящим частям, которые могут оказаться под напряжением**

---

- защитное заземление;
- зануление;
- выравнивание потенциала;
- систему защитных проводов;
- устройство защитного отключения;
- изоляция неэлектропроводящих частей (двойная или усиленная изоляция);
- защитное электрическое разделение сети;
- сверхнизкое (малое) напряжение;
- контроль изоляции;

# Защитное заземление

Это преднамеренное соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Под эквивалентом “земли”, как правило, понимается корпус объекта, находящегося вне земли, например, корпус судна или летательного аппарата.

Защищает от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим корпусам оборудования, металлическим конструкциям электроустановок, которые оказываются под напряжением вследствие замыкания на корпус.

# Защитное заземление

## Применяется:

- в сетях до 1 кВ с изолированной нейтралью,
- в сетях выше 1 кВ — с любым режимом нейтрали.

## Заземление электроустановок **следует выполнять**:

- при напряжении 380 В и выше переменного тока и 440 В и выше постоянного тока — во всех электроустановках;
- при номинальных напряжениях выше 42 В, но ниже 380 В переменного тока и выше 110 В, но ниже 440 В постоянного тока — только в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках.

Заземление электроустановок **не требуется** при номинальных напряжениях до 42 В переменного тока и до 110 В постоянного тока.

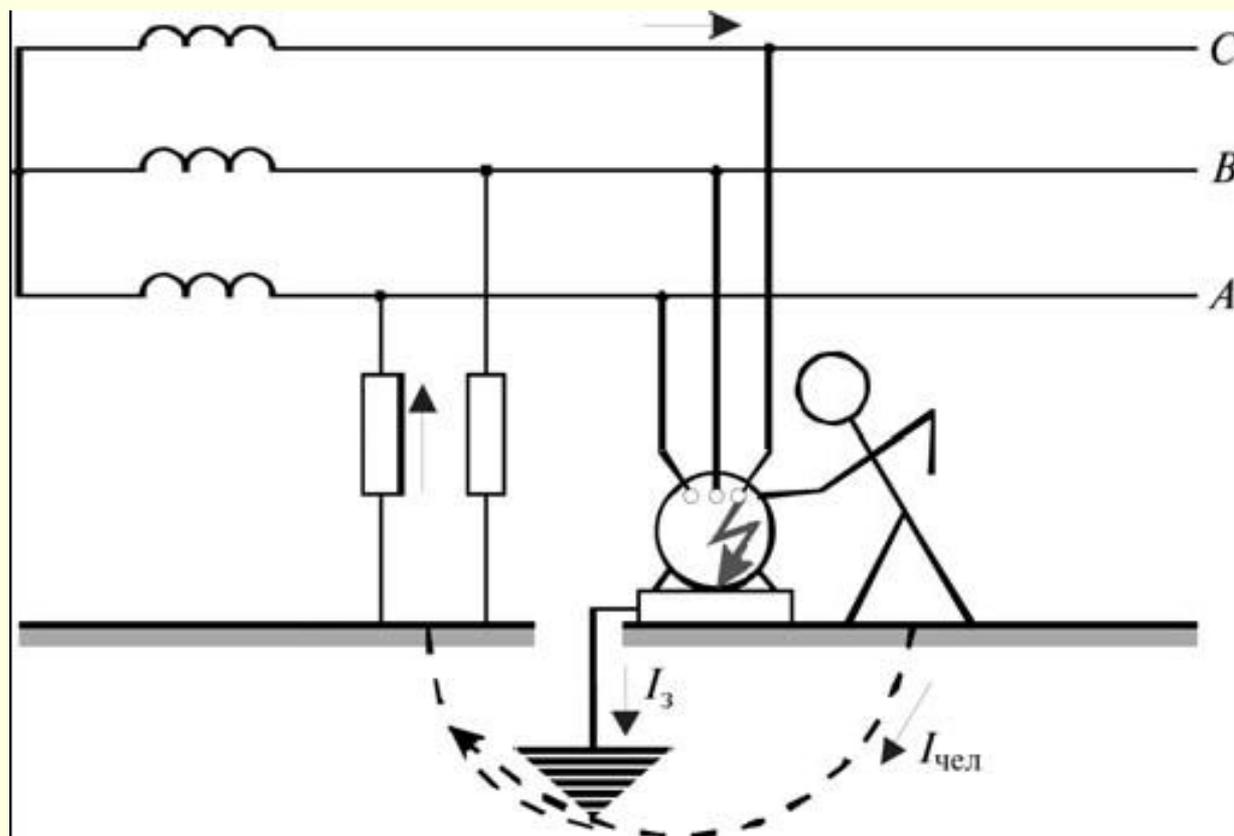
# Принцип действия защитного заземления

---

все конструкции из металла, т.е. корпуса электроприемников и электропроводящие предметы, на которых может оказаться напряжение из-за повреждения изоляции, должны заземляться через малое сопротивление. Это сопротивление должно быть во много раз меньше, чем сопротивление тела человека. В случае замыкания на корпус основная часть тока проходит через землю, а ток, проходящий через тело человека, будет допустимым.

# Принцип действия защитного заземления

Как видно на рисунке, при замыкании ток  $I_3$  пойдет по обеим параллельным ветвям и распределится между ними обратно пропорционально их сопротивлениям. Поскольку сопротивление цепи человек–земля во много раз больше сопротивления цепи корпус — земля, ток  $I_{чел}$ , проходящий через тело человека, значительно снизится.



# Подлежат заземлению

1. корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, светильников и т.п.;
2. приводы электрических аппаратов;
3. вторичные обмотки измерительных трансформаторов;
4. каркасы распределительных щитов, щитов управления, щитков и шкафов, а также съемные или открывающиеся части, если на последних установлено электрооборудование напряжением более 42 В переменного тока или более 110 В постоянного тока;
5. изготовленные из металла конструкции распределительных и кабельных устройств, кабельные соединительные муфты, оболочки и броня контрольных и силовых кабелей, оболочки проводов, рукава и трубы электропроводки, кожухи и опорные конструкции шинопроводов, лотки, короба, струны и полосы, на которых укреплены кабели с заземленной (или зануленной) металлической оболочкой или броней, а также другие металлические конструкции, на которых устанавливается электрооборудование;

## Подлежат заземлению

---

6. металлические оболочки и броня контрольных и силовых кабелей и проводов напряжением до 42 В переменного тока и до 110 В постоянного тока, проложенных на общих металлических конструкциях, в том числе в трубах, коробах, лотках и т.п., вместе с кабелями и проводами, металлические оболочки и броня которых подлежат заземлению (или занулению);
7. металлические корпуса передвижных и переносных электроприемников;
8. электрооборудование, размещенное на движущихся частях станков, машин и механизмов.

## Подлежат заземлению

---

6. металлические оболочки и броня контрольных и силовых кабелей и проводов напряжением до 42 В переменного тока и до 110 В постоянного тока, проложенных на общих металлических конструкциях, в том числе в трубах, коробах, лотках и т.п., вместе с кабелями и проводами, металлические оболочки и броня которых подлежат заземлению (или занулению);
7. металлические корпуса передвижных и переносных электроприемников;
8. электрооборудование, размещенное на движущихся частях станков, машин и механизмов.

# Не требуется преднамеренно заземлять

1) корпуса электрооборудования, аппаратов и электромонтажных конструкций, установленных на заземленных металлических конструкциях, распределительных устройствах, на щитах, шкафах, щитках, станинах станков, машин и механизмов, при условии надежного электрического контакта с заземленными основаниями;

2) конструкции при условии надежного контакта между ними и установленным на них заземленным оборудованием. При этом указанные конструкции не используют для заземления установленного на них оборудования;

3) арматуру изоляторов всех типов, оттяжек, кронштейнов и осветительной арматуры при установке их на деревянных опорах воздушных ЛЭП или на деревянных конструкциях открытых подстанций, если это не требуется по условиям защиты от атмосферных перенапряжений (при прокладке кабеля с металлической заземленной оболочкой или неизолированного заземляющего проводника на деревянной опоре перечисленные части, расположенные на этой опоре, должны быть заземлены);

# Не требуется преднамеренно заземлять

- 4) 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 более 42 В переменного тока и 110 В постоянного тока;
- 5) корпуса электроприемников с двойной изоляцией;
- 6) металлические скобы, крепежи, отрезки труб механической защиты кабелей в местах их прохода через стены, перекрытия и другие подобные детали, в том числе ответвительные коробки размером до 100 мм<sup>2</sup>, кабели или изолированные провода, прокладываемые по стенам, перекрытиям и другим элементам строений.

# Заземляющим устройством

*называется совокупность конструктивно объединенных заземляющих проводников и заземлителя.*

По конструктивному исполнению различают

- естественные заземлители,
- искусственные заземлители.

*В первую очередь следует использовать естественные заземлители.*

Искусственные заземлители применяют только тогда, когда исчерпана возможность использования близко расположенных естественных заземлителей.

# Естественные заземлители:

- проложенные в земле водопроводные и другие металлические трубопроводы, за исключением трубопроводов горючей жидкости, горючих или взрывчатых газов и смесей, а также трубопроводов, снабженных защитой от коррозии;
- обсадные трубы скважин;
- металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений, находящиеся в соприкосновении с землей;
- металлические шпунты гидротехнических сооружений, водоводы, затворы и т.п.;
- свинцовые оболочки кабелей, проложенных в земле. Алюминиевые оболочки кабелей не используются в качестве естественных заземлителей. Если оболочки кабелей служат единственными заземлителями, то в расчете заземляющих устройств они должны учитываться при числе кабелей не менее двух;

# Естественные заземлители:

---

- заземлители опор воздушных ЛЭП, присоединенные к заземляющим устройствам электроустановки с помощью грозозащитного троса линии, если он не изолирован от опор линии;
- нулевые провода воздушных ЛЭП напряжением до 1 кВ с повторными заземлителями при числе линий не менее двух;
- рельсовые пути магистральных неэлектрофицированных железных дорог и подъездные пути при наличии преднамеренного устройства перемычек между рельсами

# Искусственные заземлители

---

При невозможности обеспечения требуемого сопротивления естественными заземлителями необходимо соорудить искусственные заземлители, в качестве которых применяются:

- а) *углубленные заземлители*
- б) *вертикальные заземлители*
- в) *горизонтальные заземлители*

## а) углубленные заземлители

---

Это полосы или круглая сталь, укладываемая горизонтально на дно котлована, в виде протяженных элементов или контуров по периметру фундаментов. Глубина заложения углубленных заземлителей зависит от глубины закладки фундаментов, определяемой проектом, и зависит от характера грунта, нагрузки и сезонного промерзания почвы. При монтаже углубленных заземлителей отпадает необходимость выполнения земляных работ, возможна индустриальная заготовка всех конструктивных элементов. Кроме того, ввиду укладки на значительной глубине, используются грунты с большей электрической проводимостью, которая в этом случае менее подвержена сезонным изменениям;

## б) вертикальные заземлители

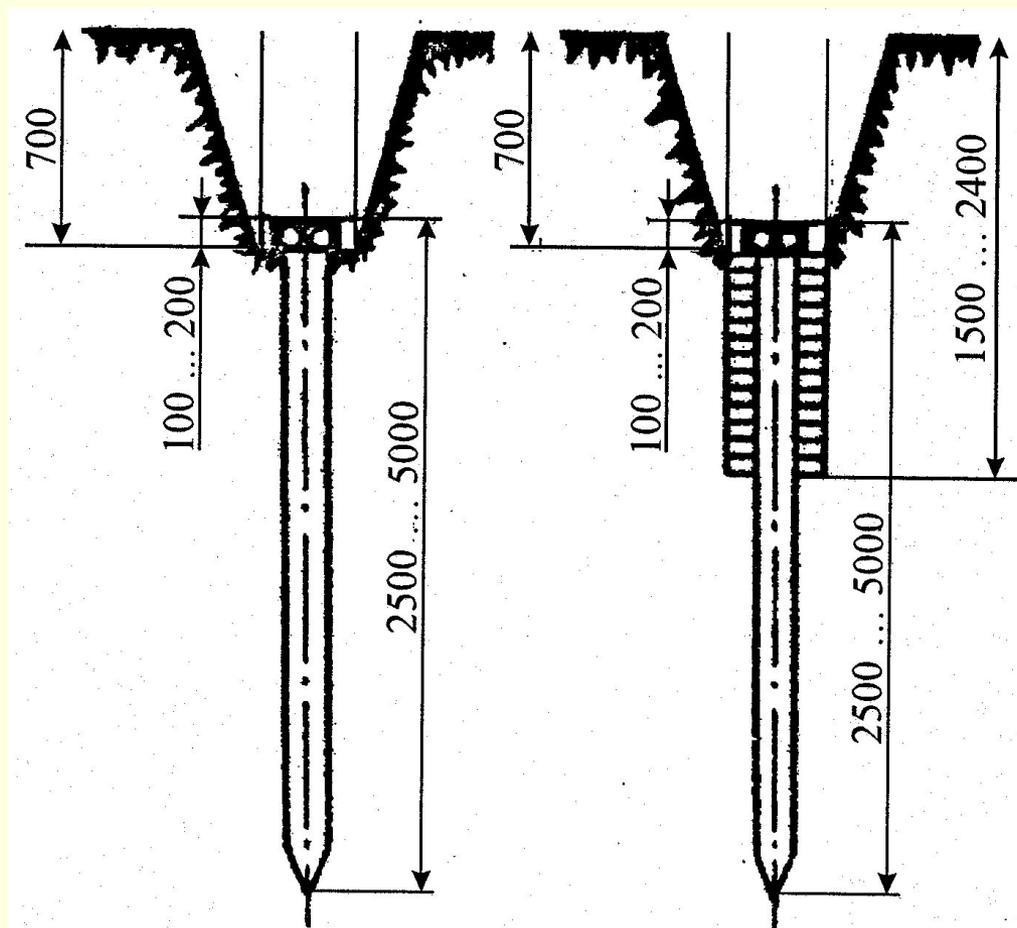
- стальные ввинчиваемые стержни диаметром 12 ... 16 мм,
- угловая сталь с толщиной стенки не менее 4 мм и стальные трубы (некондиционные) с толщиной стенки не менее 3,5 мм.

### Длина:

- ввинчиваемых электродов 4,5 ... 5 м,
- забиваемых уголков и труб 2,5 ... 3 м.

Верхний конец вертикального заземлителя должен быть от поверхности земли на расстоянии 0,5 ... 0,6 м;

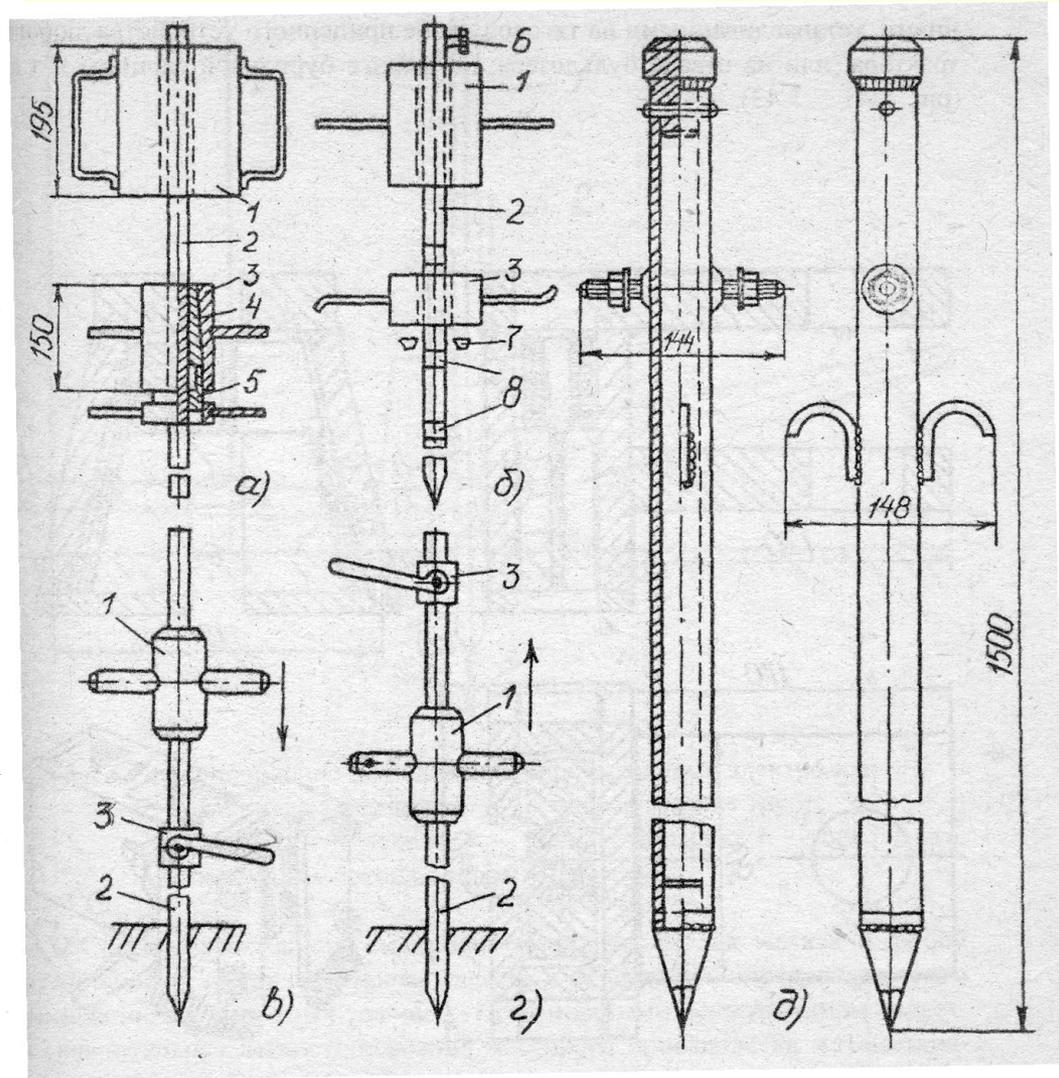
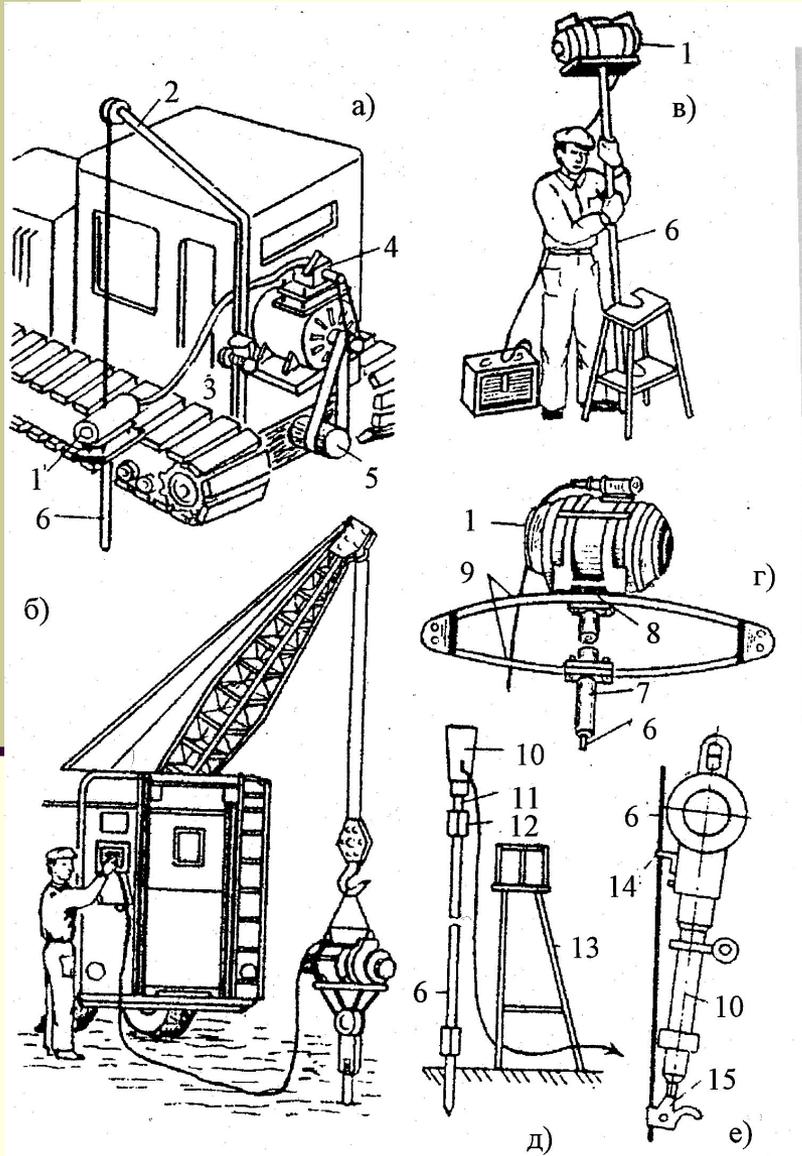
## б) вертикальные заземлители



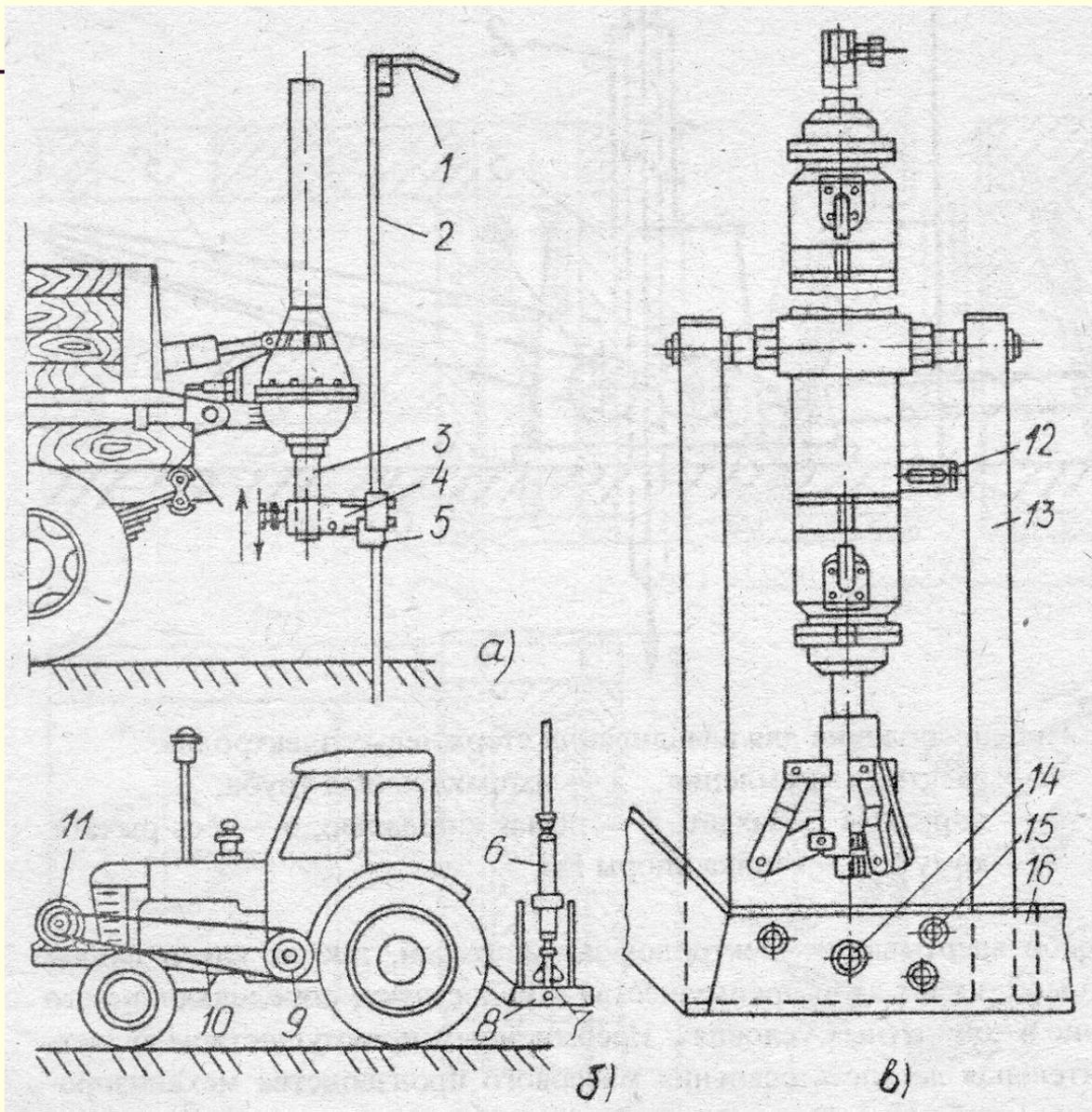
а)

б)

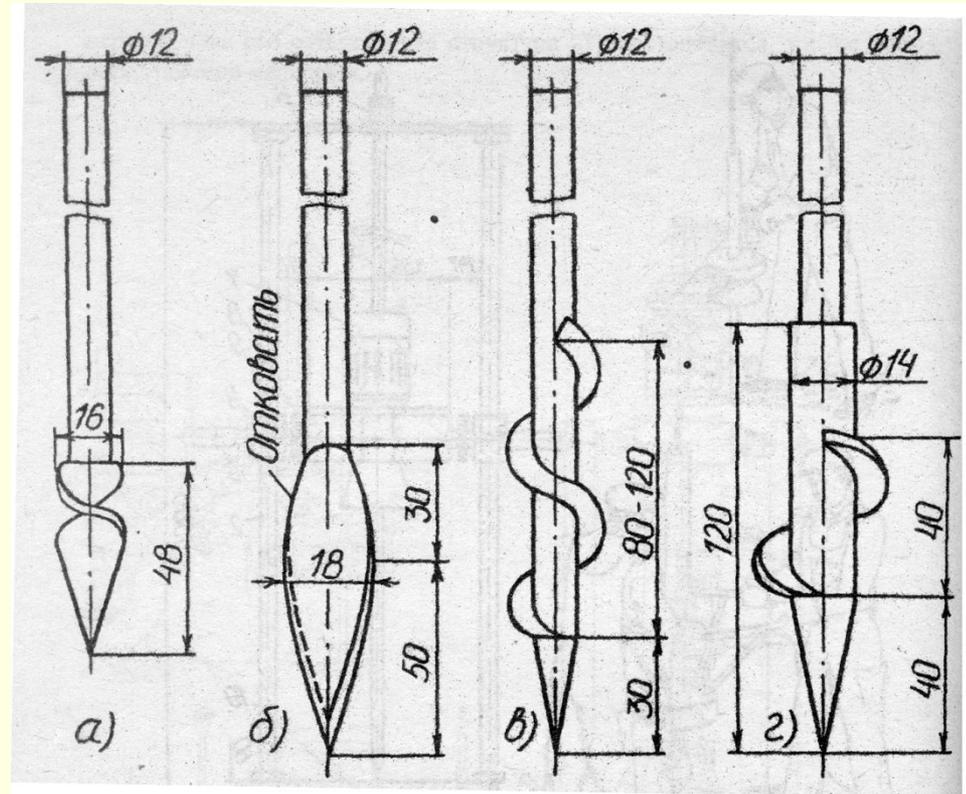
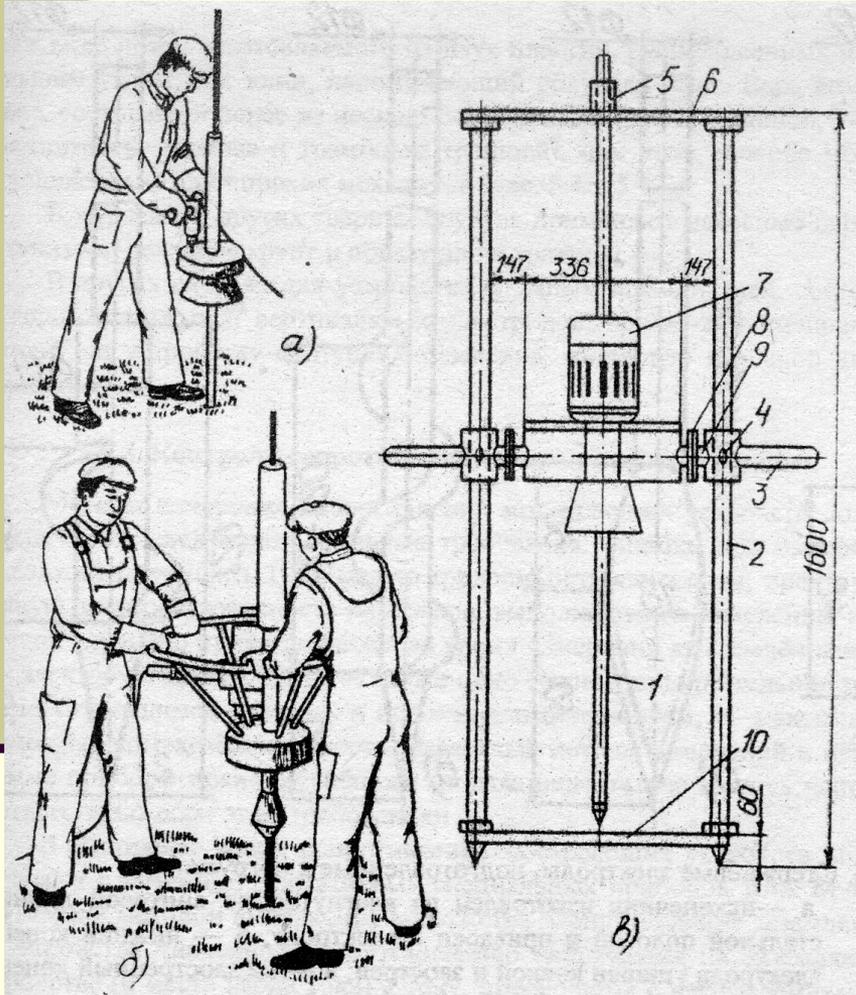
# Забивка вертикальных электродов



# Вдавливание вертикальных электродов



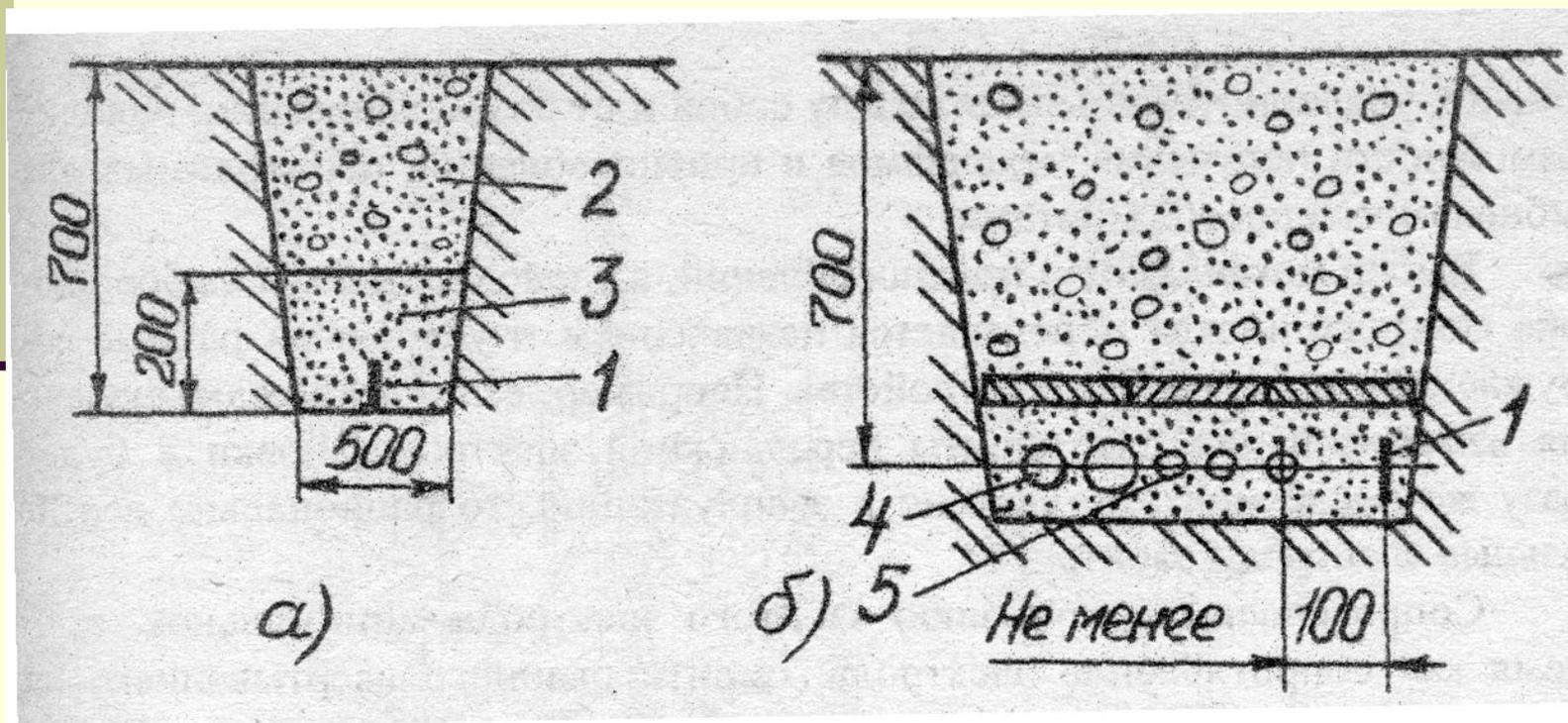
# Ввертывание вертикальных электродов



## в) горизонтальные заземлители

- стальные полосы толщиной не менее 4 мм,
- круглая сталь диаметром не менее 6 мм.

*Эти заземлители применяются для связи между собой вертикальных заземлителей и как самостоятельные заземлители.*



# Выбор того или иного типа заземлителя

---

определяется:

- его назначением,
- физико-химическими характеристиками грунта на различной глубине (в том числе удельным сопротивлением, влажностью и др.)

## Заземляющие проводники

служат для соединения заземляемых элементов электроустановок с заземлителями.

*В качестве заземляющих проводников можно использовать:*

- различные металлические конструкции зданий и сооружений, соблюдая при этом указания проекта и обеспечивая непрерывность и достаточную проводимость цепи;
- специально прокладываемые заземляющие проводники (обычно для их прокладки применяют сталь).

# Заземляющие проводники

---

**Соединения** заземляющих проводников **между собой** должны обеспечивать надежный контакт и выполняться **посредством сварки**. В помещениях и в наружных установках без агрессивных сред допускается соединять заземляющие проводники другими способами, предусмотренными соответствующим ГОСТ, с обеспечением мер против ослабления и коррозии контактных соединений.

**Присоединение** заземляющих проводников к частям оборудования, подлежащим заземлению, должно быть выполнено *сваркой или болтовым соединением*.

**Присоединение должно быть доступно для осмотра.**

# Заземляющие проводники

---

- Заземление оборудования, подвергающегося частому демонтажу или установленного на движущихся частях или частях, подверженных сотрясениям, вибрации, необходимо производить *гибкими заземляющими проводниками*.
- Каждая часть электроустановки, подлежащая заземлению, должна быть присоединена к сети заземления с помощью отдельного ответвления. **Последовательное включение в заземляющий проводник заземляемых частей электроустановки запрещается.**

# Заземляющие проводники

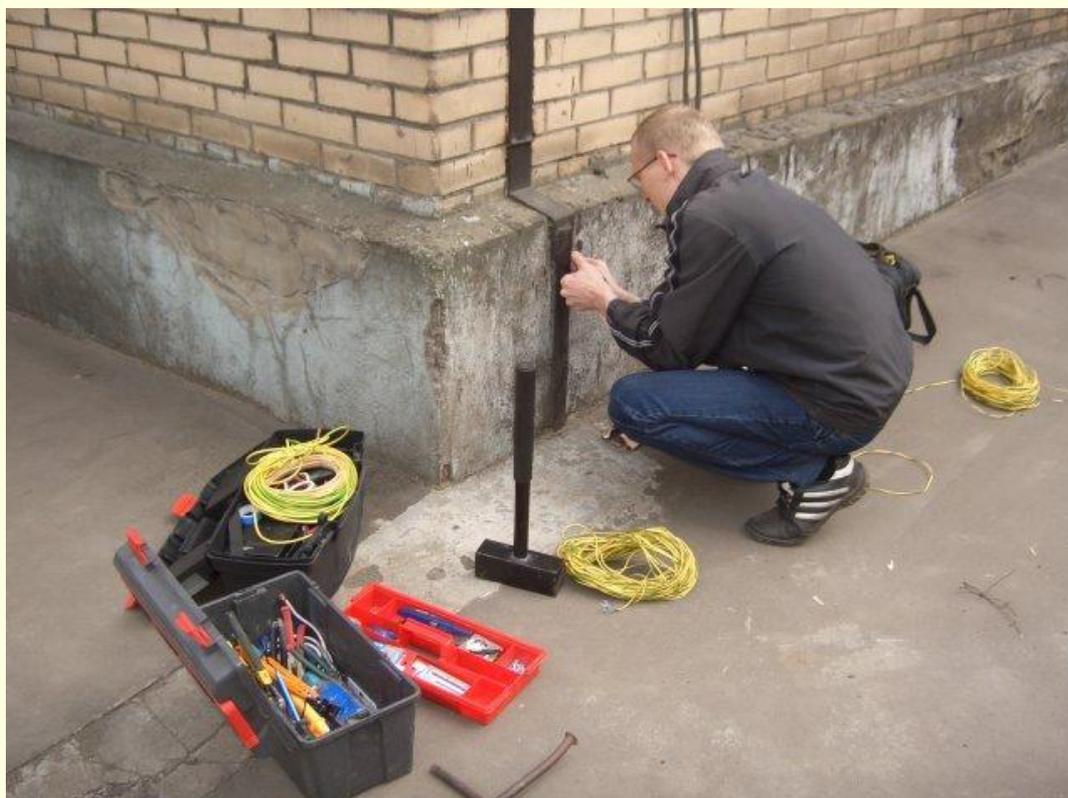
---

Открыто проложенные заземляющие проводники должны иметь отличительную окраску «желтые полосы по зеленому фону»

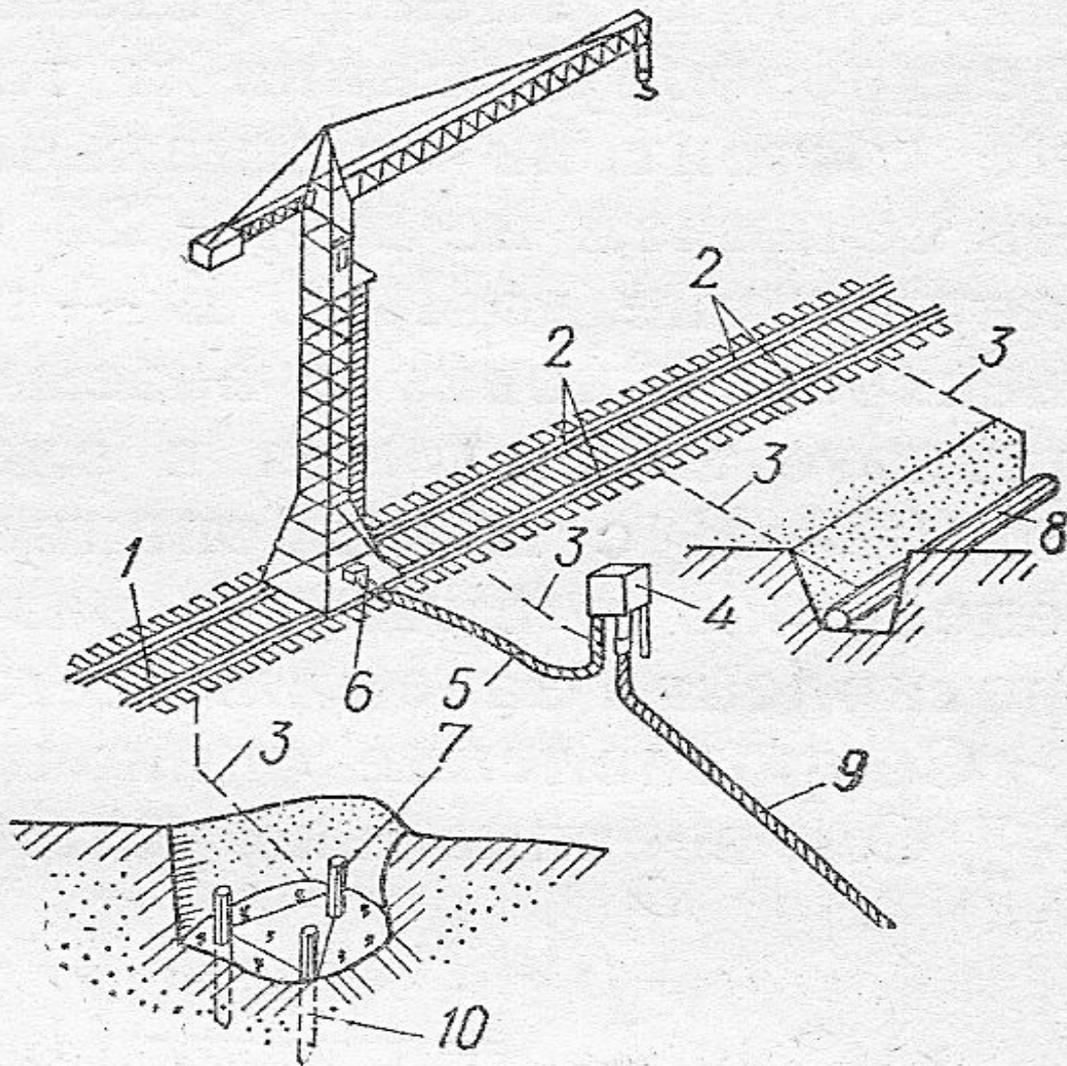


# Заземляющие проводники

прокладывают открыто по стенам зданий и сооружений, окрашивают в черный цвет или цвет стен



# Защитное заземление башенного крана



- 1 – перемычка между путями;
- 2 – перемычки между стыками рельсов;
- 3 – заземляющие проводники;
- 4 – коробка для подключения;
- 5 – сетевой шланговый кабель;
- 6 – вводный коммутатор;
- 7 – повторный заземлитель;
- 8 – естественный заземлитель;
- 9 – питающий сетевой кабель;
- 10 – трубчатый заземлитель

# Зануление

это основная мера защиты людей от поражения электрическим током в случае прикосновения к корпусам электрооборудования и металлическим конструкциям, оказавшимся под напряжением из-за повреждения изоляции или однофазного короткого замыкания в **электроустановках напряжением до 1 кВ с заземленной нейтралью**.

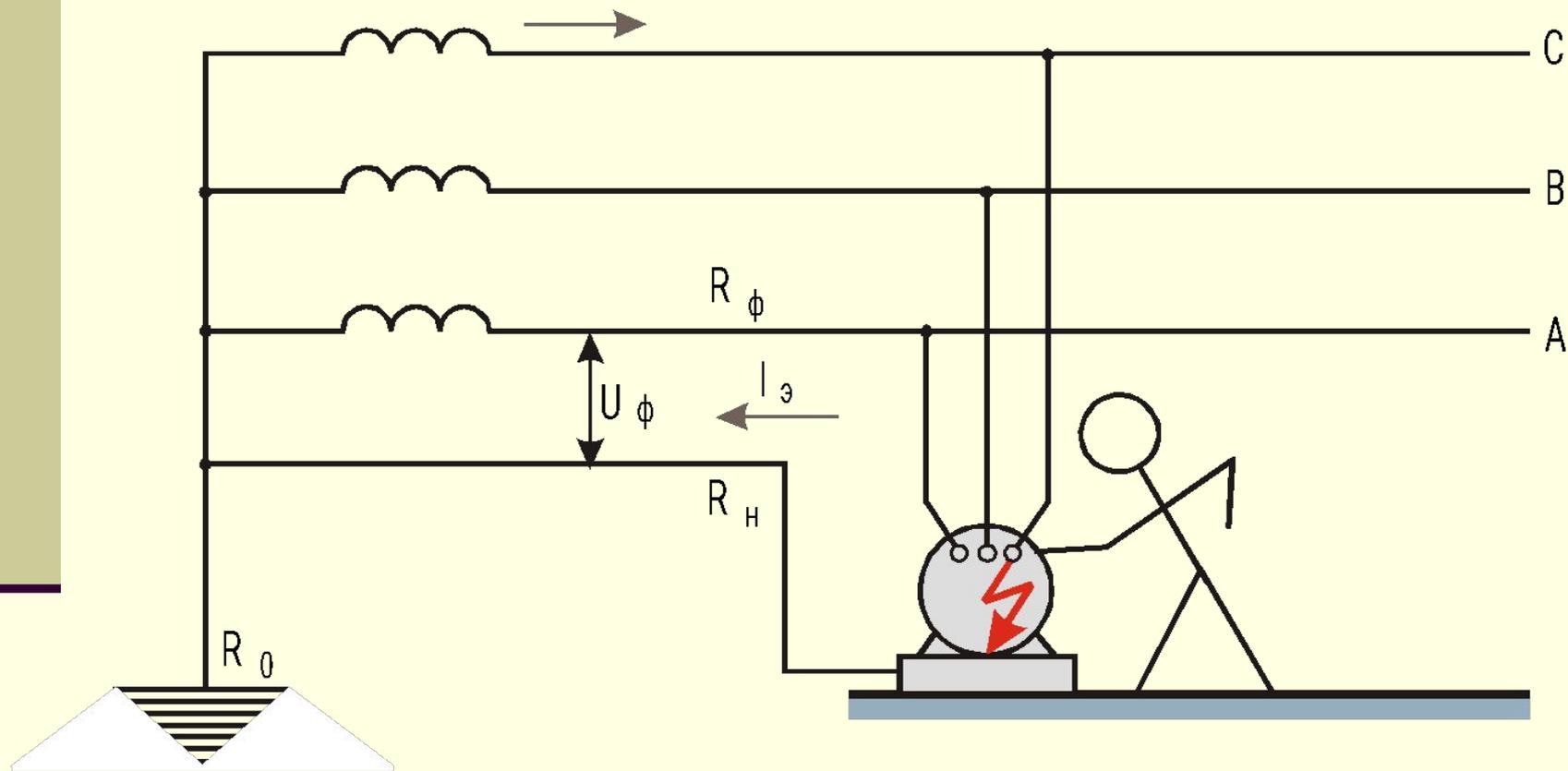
# Зануление

осуществляется посредством преднамеренного электрического соединения с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

**Нулевым защитным проводником** называется проводник, соединяющий зануляемые части с заземленной нейтральной точкой обмотки источника питания или ее эквивалентом.

*Такое электрическое соединение, будучи надежно выполненным, превращает всякое замыкание токоведущих частей на землю или на корпус в однофазное короткое замыкание. Это обеспечит срабатывание защиты (предохранители, автоматы и т.п.) и отключение поврежденной установки от питающей сети.*

# Принципиальная схема зануления в сети трехфазного тока



## **В электроустановках напряжением до 1 кВ с заземленной нейтралью зануление должно осуществляться:**

---

- а) в трехфазных трехпроводных сетях – с помощью нулевого защитного (четвертого) проводника;
- б) в однофазных и двухфазных двухпроводных силовых сетях – с помощью нулевого защитного (третьего) проводника;
- в) в однофазных двухпроводных осветительных сетях, в зонах взрывоопасных помещений класса В1 – с помощью специального (третьего) проводника, проложенного от светильника до ближайшего группового щитка;
- г) в однофазных двухпроводных осветительных сетях, в зонах взрывоопасных помещений всех классов, кроме класса В1, на участке от светильника до ближайшей осветительной коробки – специальным третьим проводом, присоединенном в ней к нулевому рабочему проводу.

## **В электроустановках напряжением до 1 кВ с заземленной нейтралью зануление должно осуществляться:**

---

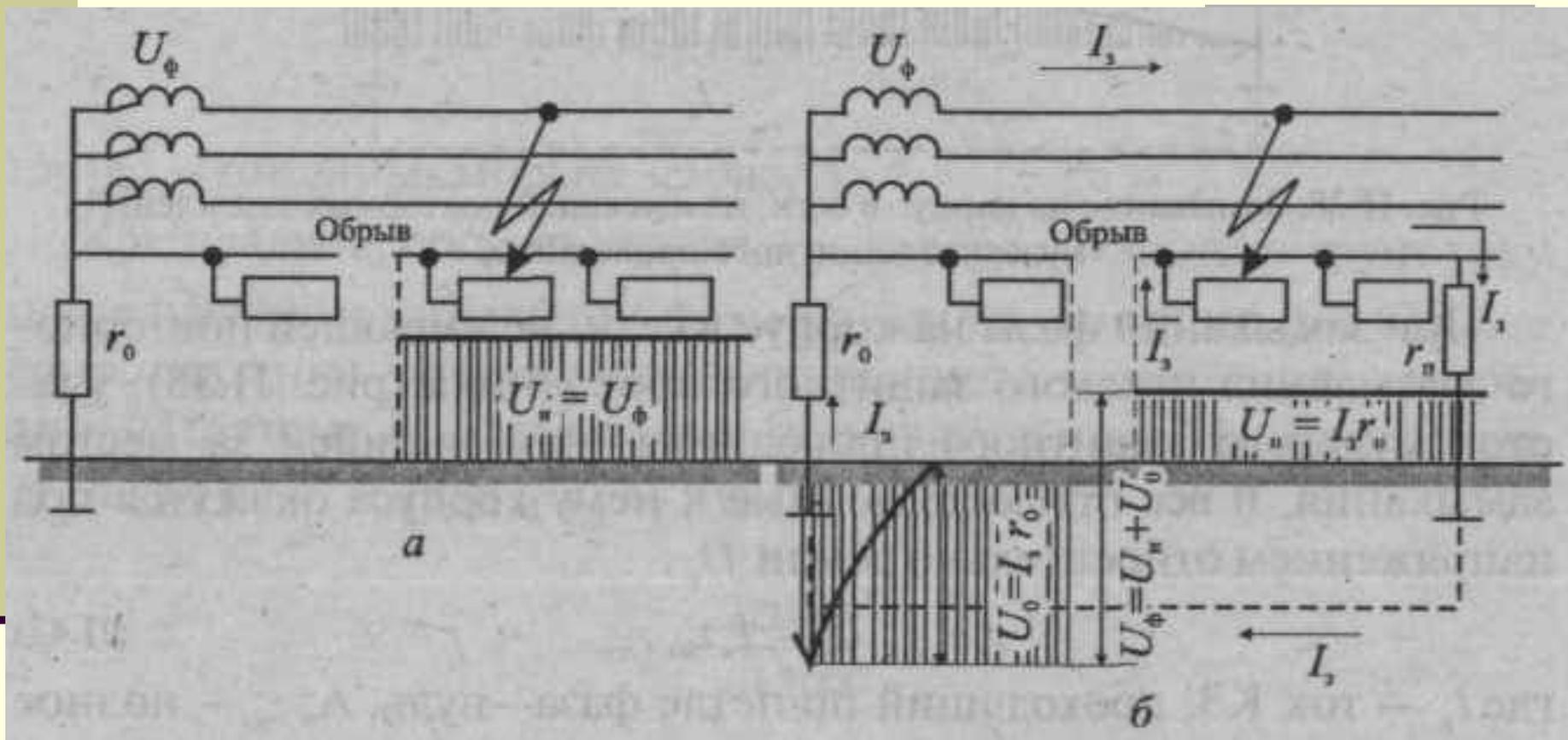
- а) в трехфазных трехпроводных сетях – с помощью нулевого защитного (четвертого) проводника;
- б) в однофазных и двухфазных двухпроводных силовых сетях – с помощью нулевого защитного (третьего) проводника;
- в) в однофазных двухпроводных осветительных сетях, в зонах взрывоопасных помещений класса В1 – с помощью специального (третьего) проводника, проложенного от светильника до ближайшего группового щитка;
- г) в однофазных двухпроводных осветительных сетях, в зонах взрывоопасных помещений всех классов, кроме класса В1, на участке от светильника до ближайшей осветительной коробки – специальным третьим проводом, присоединенном в ней к нулевому рабочему проводу.

# Зануление

---

проводимость фазных и нулевых защитных проводников должна быть выбрана такой, чтобы при замыкании на корпус или на нулевой защитный проводник возникал ток короткого замыкания (к.з.), *превышающий не менее чем в 3 раза номинальный ток плавкого элемента ближайшего предохранителя*, номинальный ток нерегулируемого расцепителя или уставку тока регулируемого расцепителя автоматического выключателя с характеристикой, обратозависимой от тока.

# Замыкание на корпус при обрыве нулевого защитного проводника



- а – в сети без повторного заземления нулевого защитного проводника; б – в сети с повторным заземлением нулевого защитного проводника

# Основной недостаток системы зануления

---

это длительное время отключения поврежденного участка при однофазном коротком замыкании, достигающее для предохранителей 100 с. Поэтому в условиях помещений, особо опасных в отношении поражения электрическим током, возникает необходимость в использовании кроме зануления и других защитных мер, в частности, защитного отключения и выравнивания потенциалов.

# Устройство защитного отключения

---

Сущность защитного отключения заключается в быстром автоматическом отключении электроустановки при возникновении в ней опасности поражения людей электрическим током

# Опасность поражения возникает в следующих случаях:

- при замыкании на землю (корпус электрооборудования);
- при снижении сопротивления изоляции фаз сети относительно земли ниже определенного предела (в результате повреждений изоляции, замыкания фазы на землю и т.п.);
- при появлении в сети более высокого напряжения (в результате замыкания в трансформаторе между обмотками высшего и низшего напряжений, замыкания между проводами линий разных напряжений и т.п.);
- при случайном соприкосновении человека к токоведущей части, находящейся под напряжением;
- при неисправностях в цепях заземления или зануления и т.п.

# Устройство защитного отключения

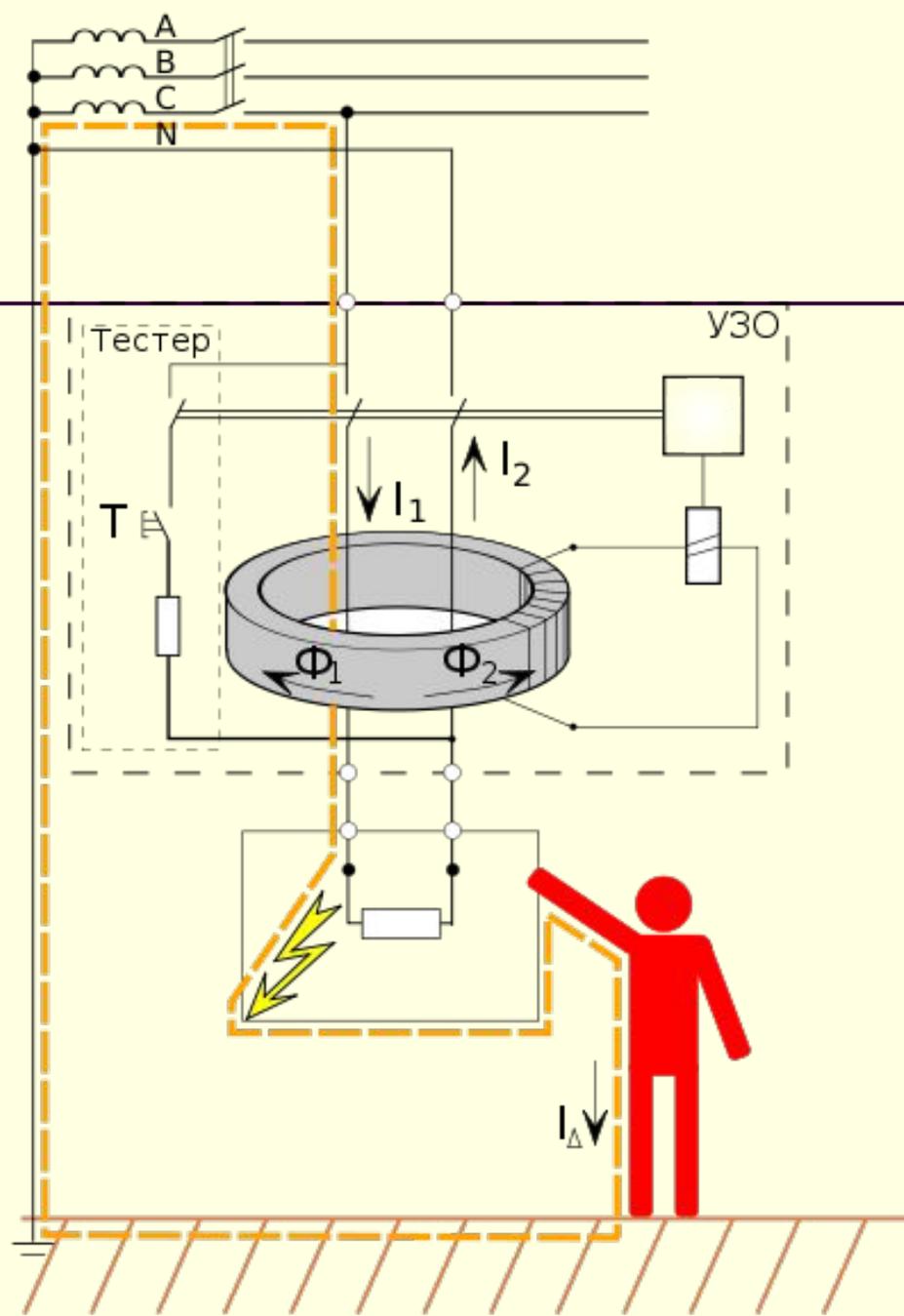
---

- Во всех перечисленных выше случаях в сети происходит изменение некоторых электрических параметров, функционально связанных с током через тело человека, например, напряжения фаз сети относительно земли, напряжения нулевой последовательности, напряжения между корпусом оборудования и землей, тока замыкания на землю и др.

# Принцип действия УЗО

---

Появление или изменение любого из этих параметров до определенного предела, при котором возникает опасность поражения человека электрическим током, может стать сигналом, вызывающим срабатывание устройства защитного отключения (УЗО), т.е. автоматическое отключение поврежденной электроустановки от источника питания.



# Основными частями УЗО являются

---

- прибор защитного отключения
- коммутационный аппарат (обычно автоматический выключатель).

# Прибор защитного отключения

это совокупность отдельных элементов, которые реагируют на изменение какого-либо параметра электрической сети и дают сигнал на отключение автоматического выключателя.

К этим элементам относятся:

- датчик – устройство, воспринимающее изменение параметра и преобразующее его в соответствующий сигнал;
- усилитель, предназначенный для усиления сигнала датчика, если он недостаточно мощный, чтобы вызвать отключение выключателя;
- цепи контроля, служащие для периодической проверки и исправности схемы УЗО;
- вспомогательные элементы – сигнальные лампы, измерительные приборы, характеризующие состояние электроустановки, и т.п.

# Уставка УЗО

---

это минимальное значение входного сигнала, вызывающего срабатывание УЗО и последующее отключение поврежденного участка сети и токоприемника

# Коммутационные аппараты

---

В сетях напряжением до 1 кВ в качестве отключающих коммутационных аппаратов применяются:

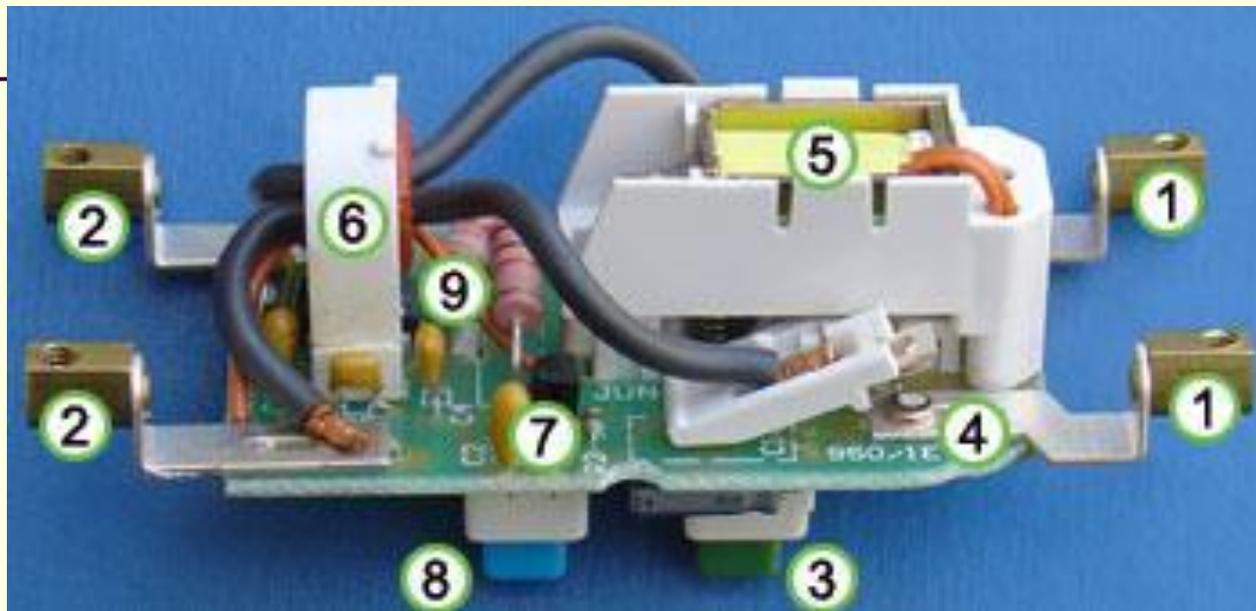
- *автоматические выключатели, включая быстродействующие автоматы (чаще всего);*
- *магнитные пускатели;*
- *контакторы.*

# Основные требования к УЗО

---

- быстродействие,
- селективность,
- высокая чувствительность,
- надежность,
- самоконтроль или ручной контроль исправности,
- простота обслуживания.

## Внутреннее устройство УЗО, подключаемого в разрыв шнура питания

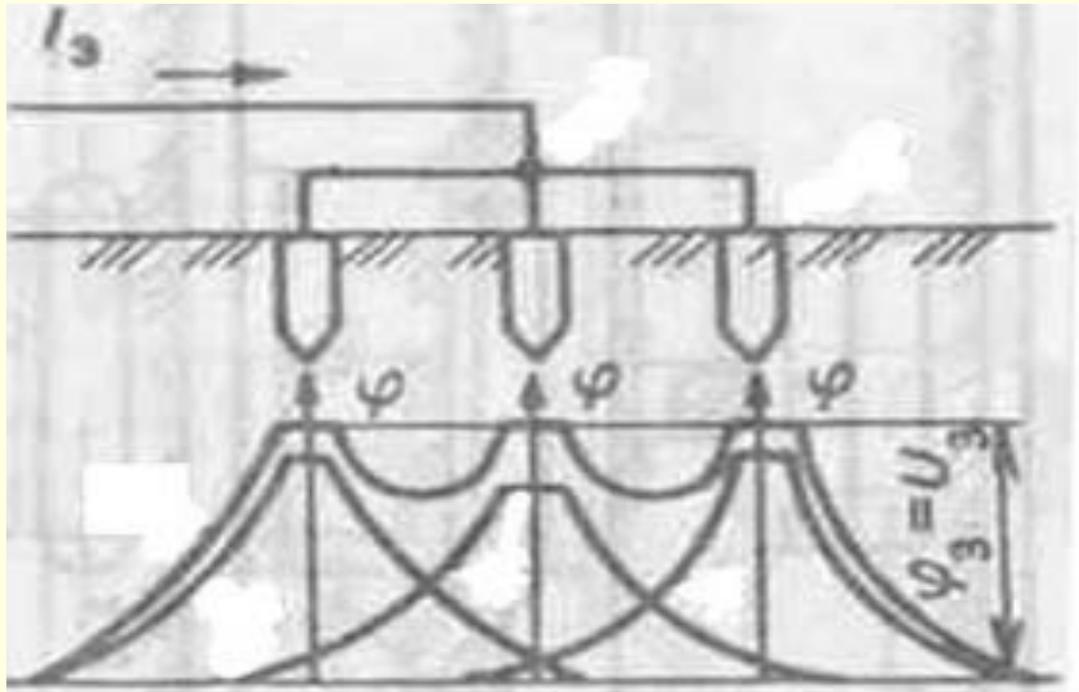


К контактам (1) подключаются фазный и нулевой проводники от источника питания, к контактам (2) подключается нагрузка.

При нажатии кнопки (3) контакты (4), а также еще один контакт, скрытый за узлом (5) замыкаются и УЗО пропускает ток. Соленоид (5) удерживает контакты в замкнутом состоянии после того как кнопка отпущена. Катушка (6) на тороидальном сердечнике является вторичной обмоткой дифференциального трансформатора тока, который окружает фазный и нулевой проводник.

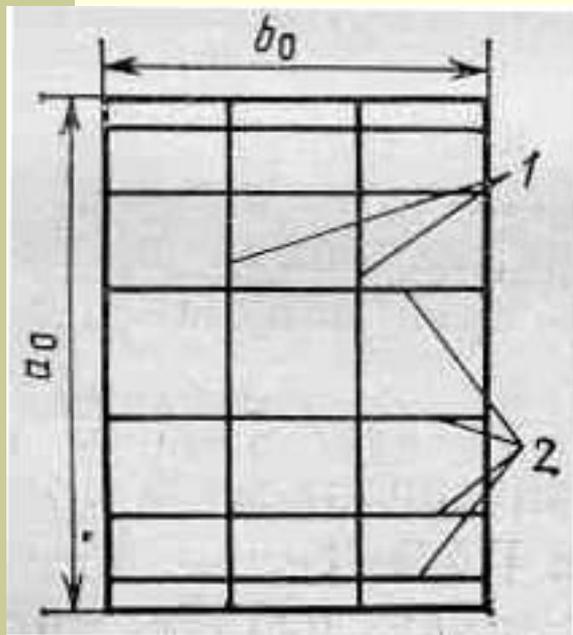
# Выравнивание потенциалов

Обычно выравнивание потенциалов осуществляется с помощью контурного заземления, когда заземлители располагаются по контуру вокруг заземляемого оборудования на небольшом (несколько метров) расстоянии друг от друга. Поля растекания заземлителей накладываются, и любая точка поверхности грунта внутри контура имеет определенный потенциал, близкий по величине к потенциалу заземлителя и присоединенных к нему корпусов.



# Выравнивание потенциалов

Сделать распределение потенциалов более равномерным, можно с помощью выравнивающих сеток.



1 — продольные;  
2 — поперечные полосы

**Под выравнивающей сеткой понимают** перекрывающиеся под поверхностью грунта и соединенные между собой металлические голые провода или шины. **Основное назначение сетки** заключается в создании на всей территории подстанции и непосредственно около нее, по внешнему периметру, такого распределения потенциалов, которое обеспечило бы необходимую степень безопасности.

**Основу выравнивающих сеток** составляют заземляющие магистрали, расположение которых задается планом промышленного предприятия или планом подстанции.

# Выравнивание потенциалов

---

В случаях, когда выравнивание потенциалов служит основным способом защиты от электропоражений, к нему предъявляют лишь одно главное требование:

*при всех расчетных нормальных и аварийных режимах электроустановки значения напряжений прикосновения и шага не должны превышать допустимых* ( с учетом длительности воздействия).

# Электрическое разделение сетей

- Электрическое разделение сетей обычно применяется в электроустановках напряжением до 1 кВ, эксплуатация которых связана с повышенной степенью опасности (передвижные установки, ручной электрифицированный инструмент и т.п.).
- Основная цель этой защитной меры – уменьшение величины тока замыкания на землю за счет повышения уровня сопротивления изоляции фаз сети, поэтому не допускается заземление нейтрали или обратного провода за разделительным трансформатором или преобразователем.

# Электрическое разделение сетей

---

Если достаточно разветвленную сеть с большой емкостью и низким уровнем сопротивления изоляции разделить на ряд отдельных, сравнительно небольших сетей такого же напряжения, которые будут обладать небольшой емкостью и высоким уровнем сопротивления изоляции, опасность поражения существенно снизится.

# Электрическое разделение сетей

---

Применение разделительных трансформаторов, позволяет изолировать отдельные электроприемники от разветвленной сети и, следовательно, предотвратить воздействие на них возникающих в сетях токов утечки, повреждений изоляции, емкостных проводимостей, замыканий на землю.

Вторичная обмотка разделительного трансформатора или корпус электроприемника, питающегося через него, не должны иметь ни заземления, ни связи с сетью зануления.

# Электрическое разделение сетей

---

Трансформаторы, предназначенные для изолирования электроприемников от первичной сети заземления, должны удовлетворять специальным техническим условиям в отношении повышенной надежности конструкции и испытательных напряжений.

От разделительного трансформатора может питаться только один электроприемник, оборудованный соответствующими средствами защиты (плавкий предохранитель, максимально-токовое реле и т.п.).

Вторичное напряжение разделительных трансформаторов обычно не превышает 380 В.

# Электрическое разделение сетей

---

Для разделения сетей могут применяться не только трансформаторы, но и преобразователи частоты и выпрямительные установки, однако и преобразователи и выпрямители должны связываться с питающей их сетью через трансформатор.

При прямом соединении или через автотрансформатор сеть остается единой и величина тока замыкания на землю не уменьшается.

# Контроль и профилактика повреждений изоляции

---

Состояние изоляции в значительной мере определяет степень безопасности эксплуатации электроустановок.

Поражение человека электрическим током обуславливается попаданием под разность потенциалов и возникновением замкнутой электрической цепи, одним из элементов которой является человек.

Одно из основных средств, препятствующих возникновению этих опасных ситуаций – надежная электрическая изоляция элементов, находящихся под напряжением.

# Контроль и профилактика повреждений изоляции

В процессе эксплуатации электрооборудования изоляция подвергается различным воздействиям, приводящим к изменению ее параметров (**электрических, механических, химических** и других).

Изменения состояния изоляции могут носить

- *обратимый характер,*
- *необратимый характер.*

**Обратимые изменения** могут, например, вызвать незначительный нагрев или увлажнение.

При **необратимых** процессах физическая или химическая структура материала изменяется в такой степени, что он становится непригодным для дальнейшей эксплуатации.

# Основные причины, вызывающие старение изоляции

- **нагревание** рабочими и пусковыми токами, токами короткого замыкания, теплом от посторонних источников, от солнечной радиации и т.д.;
- **динамические усилия**, которым подвергается изоляция в результате взаимодействия с токоведущими частями, вызывающие трещины, смещения и истирание изоляции;
- **постоянное воздействие электрических полей**, при котором происходит ионизация различных газовых включений, имеющих в изоляции;
- коммутационные и атмосферные **перенапряжения**;
- **механические повреждения**, возникающие, например, при недопустимых радиусах изгибов проводов и кабелей, чрезмерных растягивающих усилиях при прокладке и монтаже проводов и кабелей, вибрации и т.д.
- существенное влияние на состояние изоляции оказывает **пыль**, содержащаяся в производственных помещениях, а также влажность и агрессивность окружающей среды (предприятия горнодобывающей, химической, текстильной, мукомольной

# Виды контроля изоляции:

---

- приемо-сдаточный;
- периодический
- непрерывный.

# Приемо-сдаточный контроль изоляции

---

закключается в измерении ее сопротивления в действующей электроустановке перед вводом ее в эксплуатацию после монтажа или ремонта.

Измерение проводится до включения электроустановки в работу.

# Периодический контроль изоляции

заключается в измерении ее сопротивления в действующей электроустановке периодически, в сроки, установленные Правилами, или же в случае обнаружения дефектов.

Измерение согласно Правилам *должно производиться на отключенной установке.*

## Определяется:

- сопротивление изоляции отдельных участков сети, электрических аппаратов, трансформаторов, двигателей и т.п.
- сопротивление изоляции каждой фазы сети относительно земли
- между фазами на каждом участке между двумя последовательно установленными предохранителями, аппаратами защиты и т.п. или за последним предохранителем.

***Сопротивление изоляции одного участка в сетях напряжением до 1 кВ должно быть не ниже 0,5 МОм на фазу.***

# Непрерывный контроль состояния изоляции

Организуется для уменьшения вероятности возможности аварийных повреждений, а следовательно, и поражений электрическим током.

Он *особенно важен в сетях с изолированной нейтралью*. Замыкание на землю одной из фаз сети с изолированной нейтралью совершенно меняет характеристику сети.

**В нормальных условиях**, когда сопротивления изоляции всех фаз относительно земли находятся в пределах нормы и сеть не имеет существенной емкости, случайное прикосновение человека к токоведущим частям не опасно.

**Если в такой сети произойдет однофазное замыкание на землю**,

то напряжение двух других фаз (с исправной изоляцией) по отношению к земле повысится до линейного напряжения сети. В этом случае прикосновение человека, стоящего на земле (или проводящем полу), к токоведущей части одной из фаз с исправной изоляцией равносильно прикосновению к двум фазам. Таким образом, человек попадает почти под полное линейное напряжение

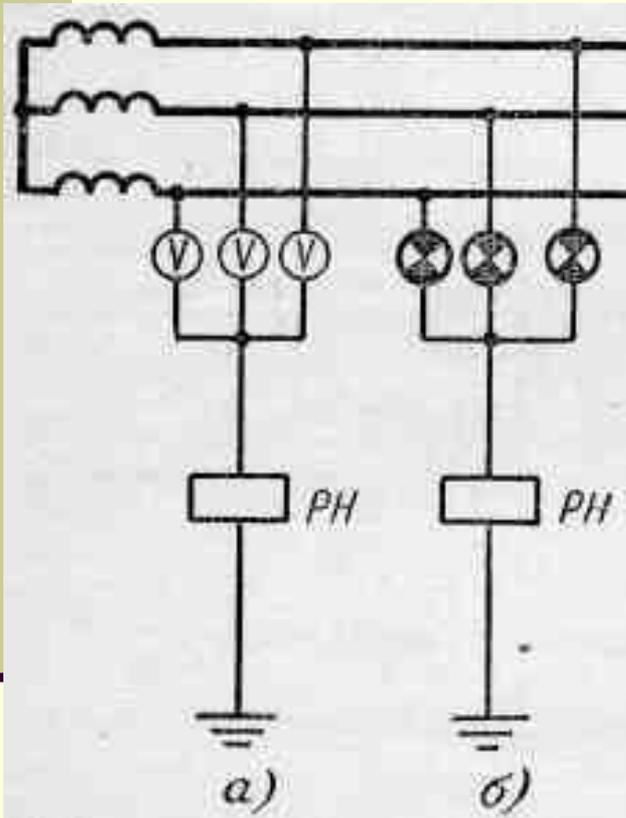
# Непрерывный контроль состояния изоляции

---

осуществляется автоматическими устройствами, под рабочим напряжением контролируемой сети и при включенных токоприемниках.

# Контроль изоляции с помощью трех вольтметров

*Наиболее часто для контроля состояния изоляции применяют вольтметры или лампы.*



Если сопротивления изоляции всех фаз относительно земли одинаковы, то каждый из вольтметров показывает фазное напряжение. Если сопротивление одной из фаз резко снизится, то вольтметр, подключенный к этой фазе, покажет уменьшенное напряжение, два же других вольтметра покажут увеличение напряжения. В предельном случае при замыкании одной из фаз на землю подключенный к ней вольтметр покажет нуль, а два других вольтметра – линейное напряжение.

Контроль изоляции лампами и вольтметрами является некачественным. При подключении между фазами и землей и невысоком внутреннем сопротивлении они сами ухудшают состояние изоляции сети.

# Устройства непрерывного (автоматического) контроля изоляции

---

Устройства непрерывного контроля изоляции второго типа построены на принципе измерения сопротивления изоляции выпрямительным током.

В практике эксплуатации электроустановок наибольшее распространение получили устройства непрерывного контроля изоляции двух типов: на постоянном оперативном токе и вентильные.

# Применение малых напряжений

***Малым считается напряжение, не превышающее 50 В переменного и 120 В постоянного тока.***

На практике применение малых напряжений ограничено различными бытовыми приборами (игрушки, карманные фонари и др.) и шахтерскими ручными аккумуляторными светильниками. В производственных переносных электроустановках в целях повышения безопасности применяются напряжения 12 и 36 В.

# Применение малых напряжений

- В помещениях с повышенной опасностью, где используется напряжение 36 В, сопротивление тела человека можно принять равным 2 кОм, и тогда ток, проходящий через человека,  
 $I_{ч} = 36 : 2 = 18 \text{ мА}$ . Такой ток для большинства людей является неотпускающим. В особо опасных помещениях, где ручной электроинструмент питается напряжением 36 В, а ручные лампы – 12 В, ток, проходящий через человека, может быть еще выше. В таких помещениях сопротивление тела человека не превышает 1 кОм и ток через человека при напряжении 36 В равен 36 мА, при 12 В — 12 мА.

# Применение малых напряжений

---

Ввиду того, что одним применением малых напряжений не достигается достаточная степень безопасности, дополнительно принимаются другие меры защиты — обеспечение недоступности токоведущих частей, двойная изоляция, защита от случайных прикосновений и др.

Источником малого напряжения может быть батарея гальванических элементов, аккумулятор, выпрямительная установка, преобразователь частоты и трансформатор. Аккумуляторы и гальванические элементы независимы от стационарных сетей, но неудобны в эксплуатации.

# Применение малых напряжений

---

Наиболее часто, как источники малого напряжения, применяются понизительные трансформаторы.

Применение в качестве источника малого напряжения автотрансформатора запрещено, так как сеть малого напряжения в этом случае оказывается связанной с сетью высшего напряжения, что в трансформаторах бывает только при повреждениях изоляции между обмотками.

# Применение малых напряжений

---

Применение малых напряжений на производстве ограничивается:

- ручным электрифицированным инструментом,
- ручными и станочными лампами местного освещения, которые эксплуатируются в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных.

# Обеспечение недоступности токоведущих частей достигается применением:

---

- ограждений;
- блокировок;
- размещением токоведущих частей вне зоны досягаемости

# Ограждения

---

***Назначение: исключение несанкционированного доступа к токоведущим частям электроустановки***

ограждения бывают:

- *сплошные,*
- *сетчатые*

# Сплошные ограждения

---

- Применяются в электроустановках напряжением до 1000 В (в отдельных случаях до 6000 В.
- Исключают случайное прикосновение к токоведущим частям.
- Не позволяют обзреть составные части электроустановок

# Сетчатые ограждения

---

- не имеют ограничений в применении,
- но, не исключают случайное прикосновение или приближение к токоведущим частям,
- должны иметь двери, запирающиеся на замок,
- высота сетчатых ограждений в закрытых распределитель-ных устройствах напряжением более 1 кВ – не менее 1,7 м, а в открытых – 2 м.

# Блокировки

*бывают:*

- механические,
- электрические,
- комбинированные.

*Применяются:*

- в электроустановках, в которых часто производятся работы на ограждаемых токоведущих частях (испытательные стенды, установки для испытания изоляции повышенным напряжением и т.п.).
- в электрических аппаратах — рубильниках, пускателях, выключателях и других устройствах, работающих в условиях с повышенными требованиями безопасности (судовые, подземные и подобные им электроустановки).

# Механические блокировки

---

## *Предотвращают неправильные действия в электроустановках*

Пример:

- механический замок, фиксирующий подвижную часть выключателя в отключенном положении (с видимым разрывом токоведущих частей);
- шкаф, в котором размещено электрооборудование, имеющий запертые дверцы, открыть которые можно только специальным ключом, являющимся одновременно ручкой для дверцы шкафа.

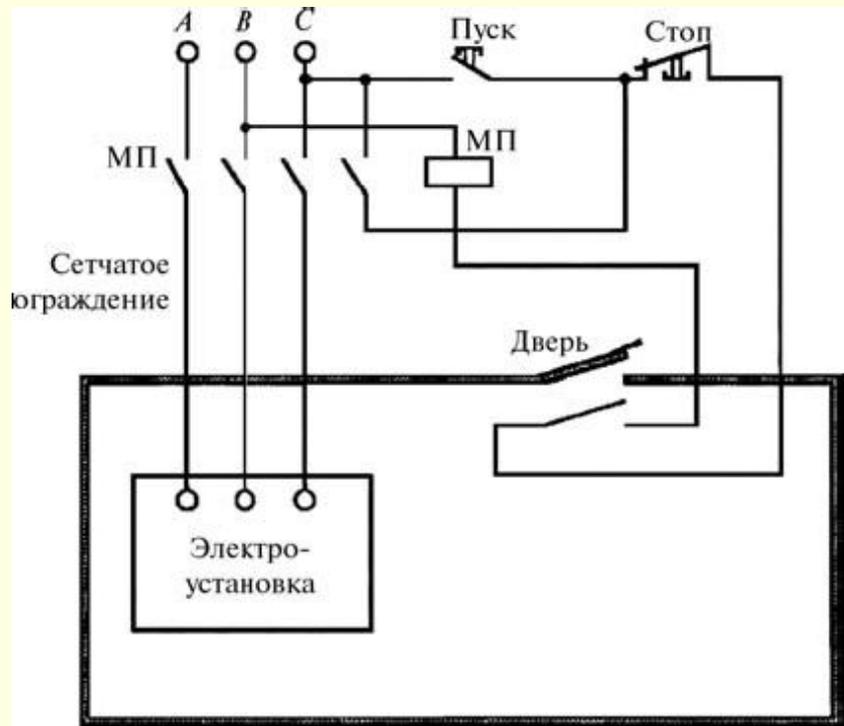
# Электрические блокировки

---

***Приводят в действие аппаратуру, снимающую напряжение с установки, либо не позволяет включить установку***

Устанавливаются на дверях опасных помещений, крышках, дверцах кожухов электроустановок токоведущие части которых находятся под напряжением.

# Схема электрической блокировки электроустановки



# Комбинированные блокировки

---

Сочетают свойства механических и электрических блокировок

Пример: электро-механические замки

# Расположение токоведущих частей на недоступной высоте или в недоступном месте

---

***позволяет обеспечить безопасность без ограждения***

При этом следует учитывать возможность случайного прикосновения к токоведущим частям посредством длинных предметов, которые человек может держать в руках. Если к токоведущим частям, расположенным на высоте, возможно прикосновение с мест, редко посещаемых людьми (крыш, площадок и др.), то в этих местах должны быть установлены ограждения или приняты другие меры безопасности.

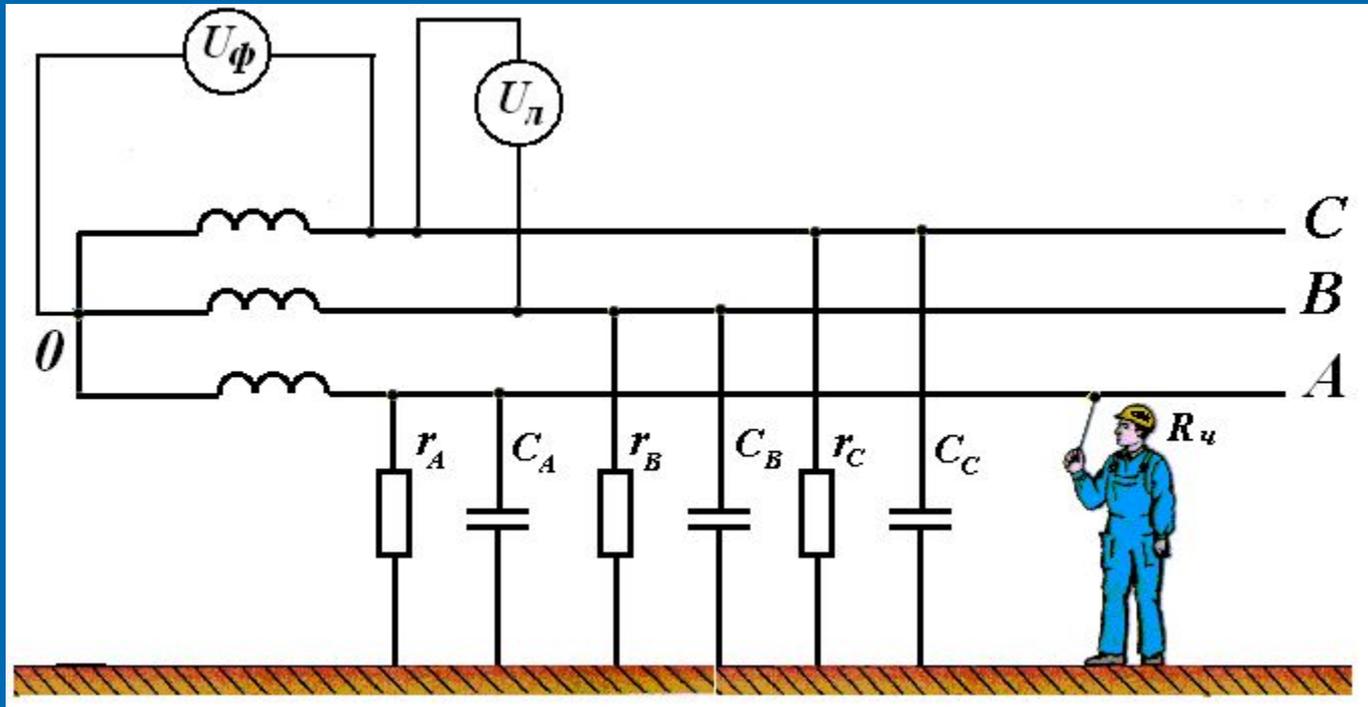
- **Изолированная нейтраль** – нейтраль трансформатора или генератора, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная через аппараты, имеющие большое сопротивление.
- **Глухозаземленная нейтраль** – нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление.

## На производстве используются следующие виды э/сетей:

- трехфазные с изолированной нейтралью;
- трехфазные с заземленной нейтралью;
- однофазные.

Напряжение сети	Зануление	Заземление
До 1000 В ( 220, 380, 660 В)	Сеть с глухозаземленной нейтралью	Сеть с изолированной нейтралью (производство с повышенной опасностью)
> 1000 В (6, 10, 35 кВ)	-	Сеть с изолированной нейтралью
Сети сверхвысокого напряжения (110, 220, 330, 500, 1150 кВ)	-	Сети с эффективно заземленной нейтралью

# Сети с изолированной нейтралью

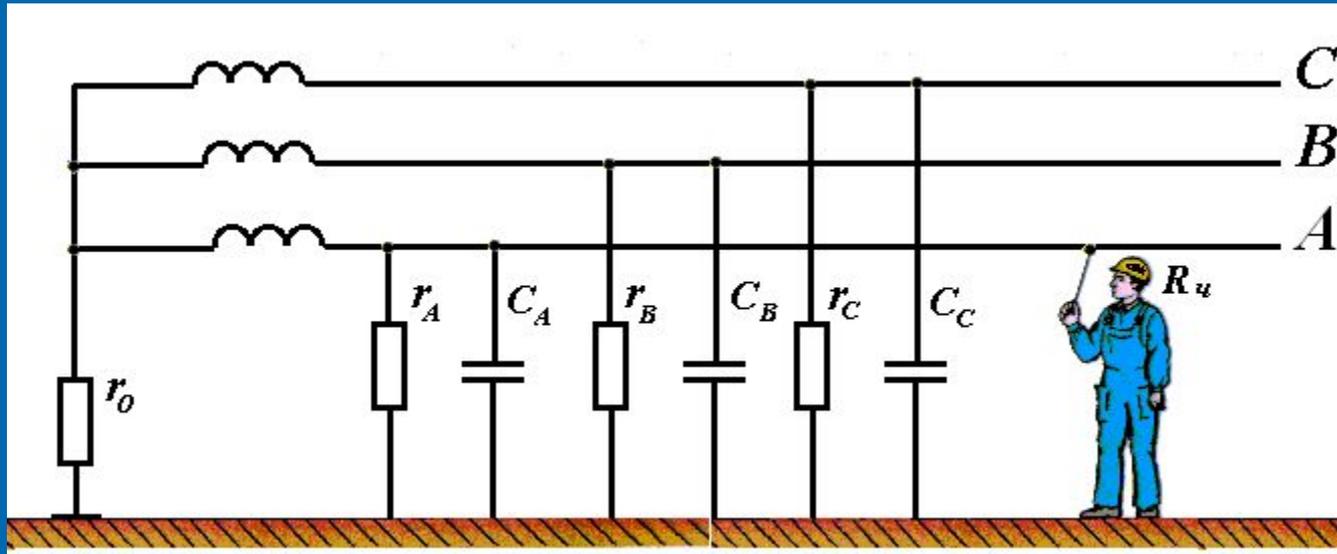


однофазное прикосновение:  $I_h = U_\phi / (R_h + r/3)$

двухфазное прикосновение:  $I_h = U_\Delta / R_h$

аварийный режим работы сети:  $I_h = U_\Delta / (R_h + R_k)$

# Сети с глухозаземленной нейтралью



однофазное прикосновение:  $I_h = U_{\phi} / R_h + R_0$

двухфазное прикосновение:  $I_h = U_{\text{л}} / R_h$

аварийный режим работы сети:  $I_h = U_{\text{ч}} / R_h$

## Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения (В) и токов через человека (мА)

Род тока	Нормируемый параметр	Длительности воздействия, с						
		0,01–0,08	0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	свыше 1,0
Переменный ток 50Гц	<i>U, В</i>	550	340	160	105	85	60	20
	<i>I, мА</i>	650	400	190	125	90	50	6
Переменный ток 400 Гц	<i>U, В</i>	650	500	500	200	140	100	36
	<i>I, мА</i>	650	500	500	200	140	100	8
Постоянный ток	<i>U, В</i>	650	500	400	250	230	200	40
	<i>I, мА</i>	650	500	400	250	230	200	15

# Классификация помещений в отношении опасности поражения электрическим током

---

## 1. Помещения с повышенной опасностью:

- а) повышенная температура ( $\geq +35^{\circ}\text{C}$ )
- б) повышенная влажность (относительная влажность воздуха  $\geq 75\%$ )
- в) наличие токопроводящей пыли, полов;
- г) наличие возможности одновременного прикосновения к токоведущим частям и заземленным конструкциям

## 2. Особо опасные помещения:

- а) влажность – 100%
- б) наличие химически активной среды.

## 3. Помещения без повышенной опасности – нет ни одного из указанных выше признаков

# Средства защиты от электропоражения

- **Защитное зануление**
- **Защитное отключение**
- **Защитное шунтирование**
  
- **Защитное заземление**
- **Электрическое разделение сети**
- **Использование малых напряжений**
- **Рабочая изоляция, дополнительная изоляция, двойная изоляция**
- **Расположение токоведущих частей на недосягаемой высоте**
- **Контроль изоляции**
- **Электрозащитные средства**

# Пожаровзрывобезопасность

# Федеральные законы РФ

---

- **Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности»**
- **Федеральный закон от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»**
- **Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»**

# **ПОЖАР**

**неконтролируемое горение,  
причиняющее материальный  
ущерб, вред жизни и  
здоровью граждан,  
интересам общества и  
государства.**

# Опасные факторы пожара

---

- пламя и искры;
- повышенная температура окружающей среды;
- токсичные продукты горения и термического разложения;
- дым;
- пониженная концентрация кислорода.

# **Вторичные проявления опасных факторов пожара (ОФП)**

---

- осколки, части разрушившихся аппаратов, агрегатов, установок, конструкций;**
- радиоактивные и токсичные вещества и материалы, вышедшие из разрушенных аппаратов и установок;**
- электрический ток, возникший в результате выноса высокого напряжения на токопроводящие части конструкций, аппаратов, агрегатов;**
- опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара;**
- огнетушащие вещества.**

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГОРЕНИИ

---

**Горение** – сложный физико-химический процесс, основой которого является быстро протекающая химическая реакция окисления, сопровождаемая выделением значительного количества тепла и ярким свечением (пламенем).

Три основных вида самоускорения химических реакций при горении:  
**тепловое**, **цепное** и **цепочечно-тепловое** (комбинированное).

## Для возникновения и протекания процесса горения необходимы следующие условия:

---

- наличие в определенный момент в данной точке пространства *горючего вещества, окислителя и источника зажигания*;
- горючее и окислитель должны находиться в определенном количественном отношении;
- источник зажигания должен обладать достаточной энергией.

В зависимости от количественного соотношения горючего и окислителя различают три разновидности горючих смесей:

---

- **стехиометрическая смесь**, которая не содержит в избытке ни горючего компонента, ни окислителя;
- **богатая смесь**, содержащая в избытке горючее;
- **бедная смесь**, содержащая в избытке окислитель.

# Наиболее вероятные источники зажигания в условиях производства

---

- открытый огонь и раскаленные продукты горения;
- нагретые до высокой температуры поверхности технологического оборудования;
- тепловое проявление механической и электрической энергии;
- тепловое воздействие химических реакций, а также результаты жизнедеятельности микроорганизмов.

В зависимости от агрегатного состояния исходных веществ (горючего и окислителя) различают три вида горения:

---

- **гомогенное** (однородное) горение газо-и парообразных горючих веществ в среде газообразного окислителя;
- **гетерогенное** (неоднородное) горение жидких и твердых горючих веществ и материалов в среде газообразного окислителя или горение жидких горючих в жидких окислителях;
- **горение взрывчатых веществ** (переход вещества из конденсированного состояния в газообразное):

# По скорости распространения пламени горение подразделяется на три группы:

---

- **дефлаграционное** (скорость – несколько м/с);
- **взрывное** (скорость – несколько десятков или сотен м/с);
- **детонационное** (скорость – до нескольких тысяч м/с).

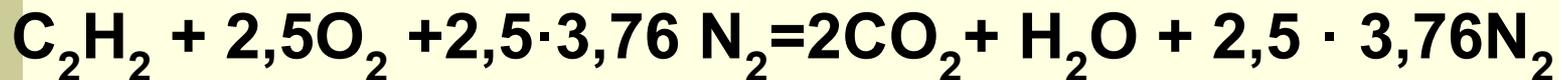
# Горение в атмосферном воздухе

---

метан:



ацетилен:



# Показатели пожаро- и взрывоопасности веществ и материалов

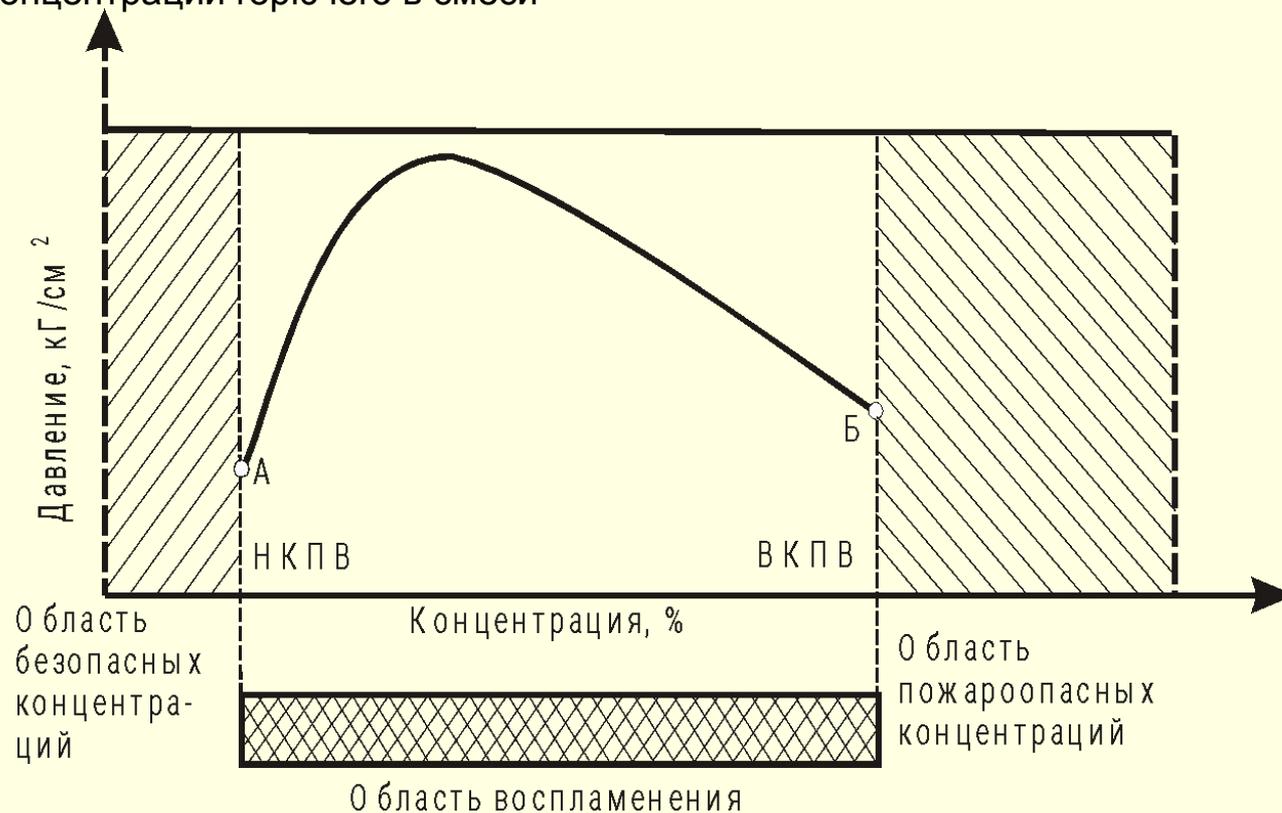
---

- **газы** – вещества, давление насыщенных паров которых при температуре 250 С и давлении 101,3 кПа превышает 101,3 кПа;
- **жидкости** – вещества, давление насыщенных паров которых при температуре 250 С и давлении 101,3 кПа меньше 101,3 кПа. К жидкостям также относятся твердые плавящиеся вещества, температура плавления или каплепадения которых меньше 500 С;
- **твердые вещества и материалы** – индивидуальные вещества и их смесевые композиции с температурой плавления или каплепадения больше 500 С, а также вещества не имеющие температуру плавления (например, древесина, ткани и т.п.);
- **пыли** – диспергированные твердые вещества и материалы с размером частиц менее 850 мкм.

Показатель	Агрегатное состояние			
	газы	жидкости	твердые	пыли
Группа горючести	+	+	+	+
Температура вспышки	-	+	-	-
Температура воспламенения	-	+	+	+
Температура самовоспламенения	+	+	+	+
Концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения)	+	+	-	+
Температурные пределы распространения пламени (воспламенения)	-	+	-	-
Температура тления	-	-	+	+
Условия теплового самовозгорания	-	-	+	+
Минимальная энергия зажигания	+	+	-	+
Кислородный индекс	-	-	+	-
Способность взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и другими веществами	+	+	+	+
Нормальная скорость распространения пламени	+	+	-	-
Скорость выгорания	-	+	-	-
Коэффициент дымообразования	-	-	+	-
Индекс распространения пламени	-	-	+	-
Показатель токсичности продуктов горения полимерных материалов	-	-	+	-
Минимальное взрывоопасное содержание кислорода	+	+	-	+
Минимальная флегматизирующая концентрация флегматизатора	+	+	-	+
Максимальное давление взрыва	+	+	-	+
Скорость нарастания давления взрыва	+	+	-	+

# ОСОБЕННОСТИ ГОРЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ и материалов

- Зависимость давления при взрыве горючих газопаровоздушных смесей от концентрации горючего в смеси



# ГОРЮЧИЕ ПЫЛИ

НКПВ < 65 г/м<sup>3</sup>

НКПВ > 65 г/м<sup>3</sup>

**Взрывоопасные**

**Пожароопасные**

НКПВ < 15 г/м<sup>3</sup>

НКПВ = 15...65 г/м<sup>3</sup>

Тс.в.  
гель

Тс.в.  
гель

Наиболее  
взрыво-  
опасная

Взрыво-  
опасная

Наиболее  
пожаро-  
опасная

Пожаро-  
опасная

**1-й класс**  
сера,  
нафталин,  
древесная  
мука,  
канифоль

**2-й класс**  
алюминие-  
вый поро-  
шок, маг-  
ний, поли-  
стирол,  
пыль муч-  
ная

**3-й класс**  
табачная  
пыль,  
элеваторная  
пыль и дру-  
гие пыли

**4-й класс**  
древесные  
опилки,  
цинковая  
пыль

## *Свойства, определяющие пожаровзрывоопасность пылей*

---

- ***Дисперсность*** – степень измельченности частиц, оцениваемая удельной поверхностью (суммарная площадь поверхности единицы массы пыли).
- ***Химическая активность*** – способность пыли вступать в реакции с различными веществами (в том числе реакции окисления и горения)

## *Свойства, определяющие пожаровзрывоопасность пылей*

---

- **Адсорбционная способность** – способность поверхности твердых частиц пыли поглощать пары и газы из окружающей среды. Различают **физическую** (за счет сил межмолекулярного взаимодействия – сил Ван-дер-Ваальса) и **химическую** (за счет валентных связей) адсорбцию.
- **Склонность пыли к электризации** – способность пыли приобретать заряды статического электричества.

### 3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВЗРЫВЕ

---

- **Взрыв** – внезапное изменение физического или химического состояния вещества, сопровождающееся крайне быстрым превращением (выделением) энергии.
- **Взрыв и его разновидности**
- Основные виды исходной энергии взрыва:
  - **химическая энергия;**
  - **атомная энергия**
  - **электрическая энергия**
  - **кинетическая энергия** движущихся тел
  - **энергия сжатых газов**
  - внезапный переход **потенциальной энергии упругих деформаций** в энергию движения среды

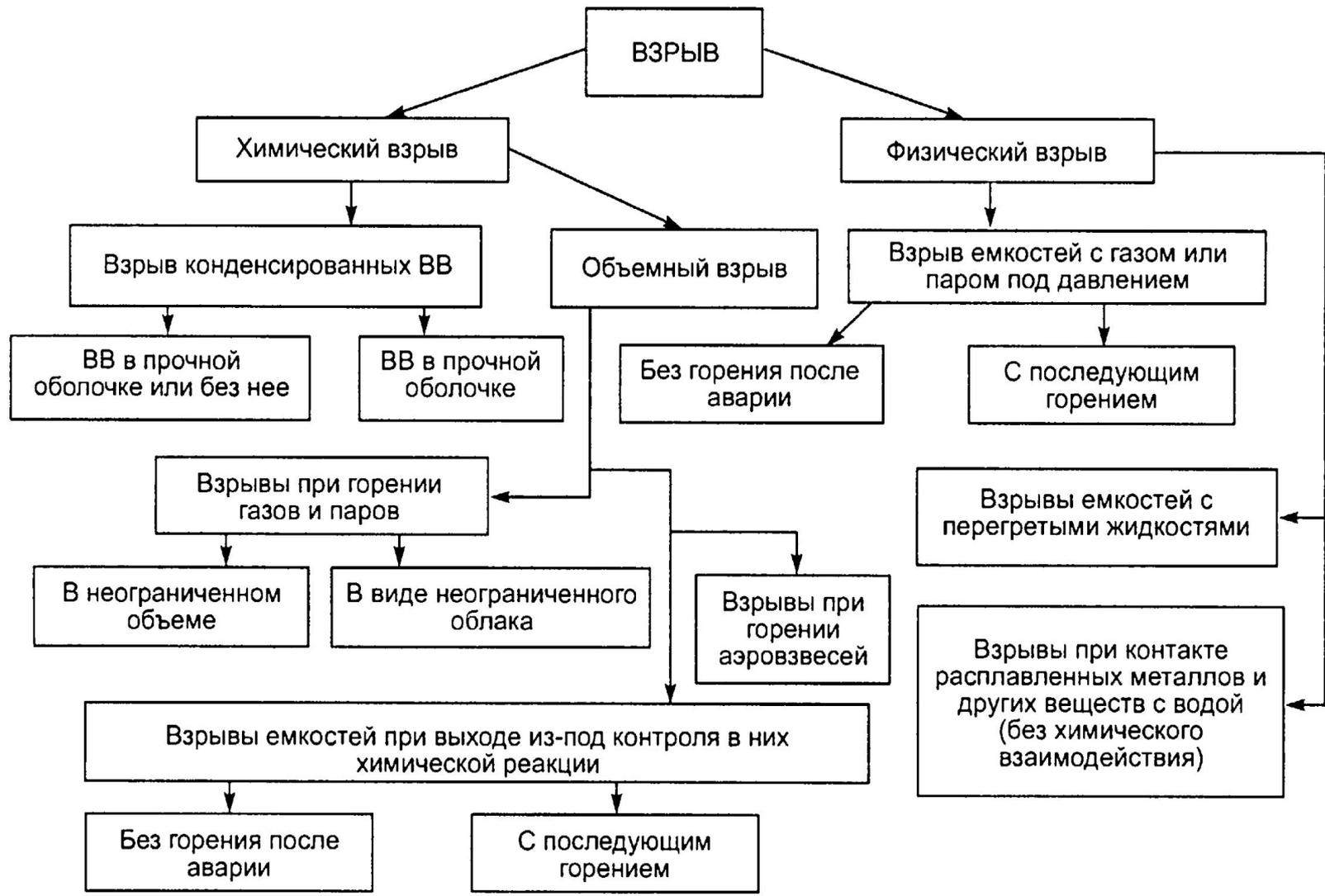


Рис. 2.1. Схема взрывов (без учета комбинированных), наиболее часто встречающихся на практике

# Фазы пожара

- **I фаза** (начальная стадия) - температура увеличивается до 200°С, снижается концентрация кислорода. Происходит выгорание пожарной нагрузки и горения продуктов газификации. Эта фаза характеризуется неполнотой сгорания. Продолжительность первой фазы – 20...30% от общей продолжительности пожара.
- **II фаза** (стадия объемного развития) - скорость выгорания быстро достигает максимальной величины, а все параметры и опасные факторы пожара приобретают наибольшие значения.
- **III фаза** (затухающая стадия) - происходит догорание материалов, а горение отдельных конструкций и материалов происходит в режиме тления.

## Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
<b>А</b> повышенная взрывопожароопасность	<b>Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости</b> с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
<b>Б</b> взрывопожароопасность	<b>Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой</b> вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
<b>В1–В4</b> пожароопасность	<b>Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы</b> (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б
<b>Г</b> умеренная пожароопасность	<b>Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии</b> , процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
<b>Д</b> пониженная пожароопасность	<b>Негорючие вещества и материалы</b> в холодном состоянии

# Степень огнестойкости

**Огнестойкость строительной конструкции** – способность конструкции сохранять несущую и (или) ограждающую способность в условиях пожара.

Здания, сооружения, строения и пожарные отсеки по степени огнестойкости подразделяются на степени огнестойкости **I, II, III, IV и V**

# Признаки предельных состояний огнестойкости:

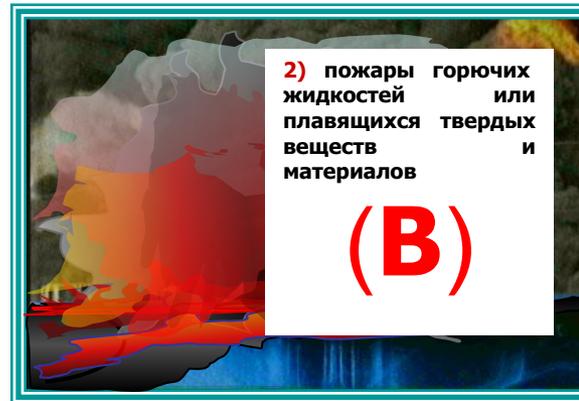
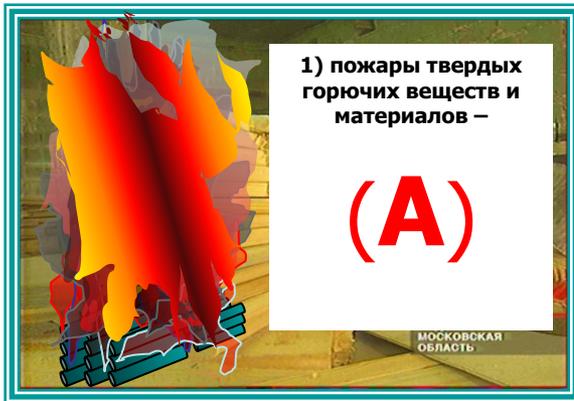
Наступление пределов огнестойкости несущих  
и ограждающих строительных конструкций

- 1) потеря несущей способности **(R)**;
- 2) потеря целостности **(E)**;
- 3) потеря теплоизолирующей способности **(I)**.

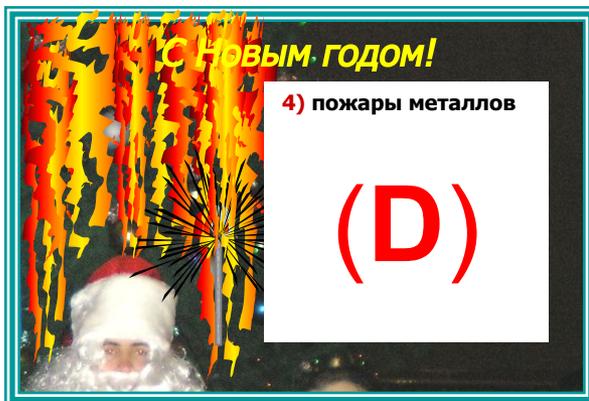
# Степень огнестойкости

Степень огнестойкости здания	Предел огнестойкости строительных конструкций здания, не менее						
	несущие элементы здания	наружные несущие стены	перекрытия между этажами (в том числе чердачные и над подвалами)	Элементы безчердачных покрытий		Лестничные клетки	
				настилы (в том числе с утеплителем)	фермы, балки, прогоны	внутренние стены	марши и площадки лестниц
I	R 120	E 30	REJ 60	RE 30	R 30	REJ 120	R 60
II	R 90	E 15	REJ 45	Re 15	R 15	REJ 90	R 60
III	R 45	E 15	REJ 45	RE 15	R 15	REJ 60	R 45
IV	R 15	E 15	REJ 15	RE 15	R 15	REJ 45	R 15
V	Не нормируется						

# К ст. 8 «Классификация пожаров» Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»



**Статья 8. Классификация пожаров**  
Пожары классифицируются по виду горючего материала и подразделяются на следующие



# Средства пожаротушения

- 1) первичные средства пожаротушения;
- 2) мобильные средства пожаротушения;
- 3) установки пожаротушения;
- 4) средства пожарной автоматики;
- 5) пожарное оборудование;
- 6) средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре;
- 7) пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный);
- 8) пожарные сигнализация, связь и оповещение.

# Первичные средства пожаротушения

- 1) переносные и передвижные огнетушители;
- 2) пожарные краны;
- 3) пожарные щиты;
- 4) покрывала для изоляции очага возгорания.

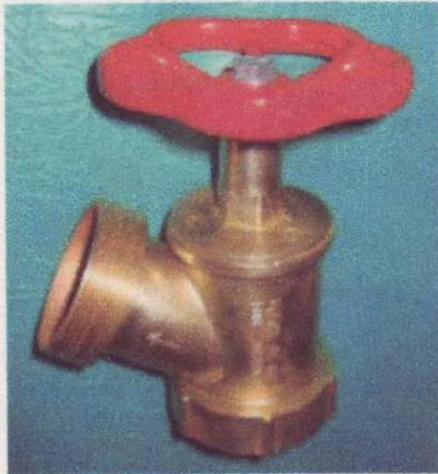
# Пожарный кран

---



# Пожарный кран со стволом и рукавом

---



# Щит пожарный открытый



# Огнетушащие вещества:

---

- вода,
- пены (химические и воздушно-механические),
- инертные газы,
- галогеноуглеводороды,
- порошки,
- комбинированные составы.

# Классификация порошков

## В зависимости от классов пожара:

- порошки типа **ABCE** (основной активный компонент – фосфорно-аммонийные соли);
- порошки типа **BCE** (основным компонентом могут быть бикарбонат натрия или калия, сульфат калия, хлорид калия, сплав мочевины с солями угольной кислоты и т. д.);
- порошки типа **D** (основной компонент – хлорид калия, графит и т. д.).

## В зависимости от назначения:

- порошки **общего** назначения (типа ABCE, BCE);
- порошки **специального** назначения (которые тушат, как правило, не только пожары класса D, но и пожары других классов).

# Общий вид порошкового огнетушителя ОП-4(з) АВСЕ

---



# Огнетушители углекислотные



**ОУ-3**



**ОУ-5**

# Сроки проверки параметров ОТВ и перезарядки огнетушителей

Вид используемого ОТВ	Срок (не реже)	
	проверки параметров ОТВ	перезарядки огнетушителя
Вода (вода с добавками)	Раз в год	Раз в год
Пена	Раз в год	Раз в год
Порошок	Раз в год (выборочно)	Раз в 5 лет
Углекислота (диоксид углерода)	Взвешиванием раз в год	Раз в 5 лет

# Классификация пожаров и рекомендуемые средства пожаротушения

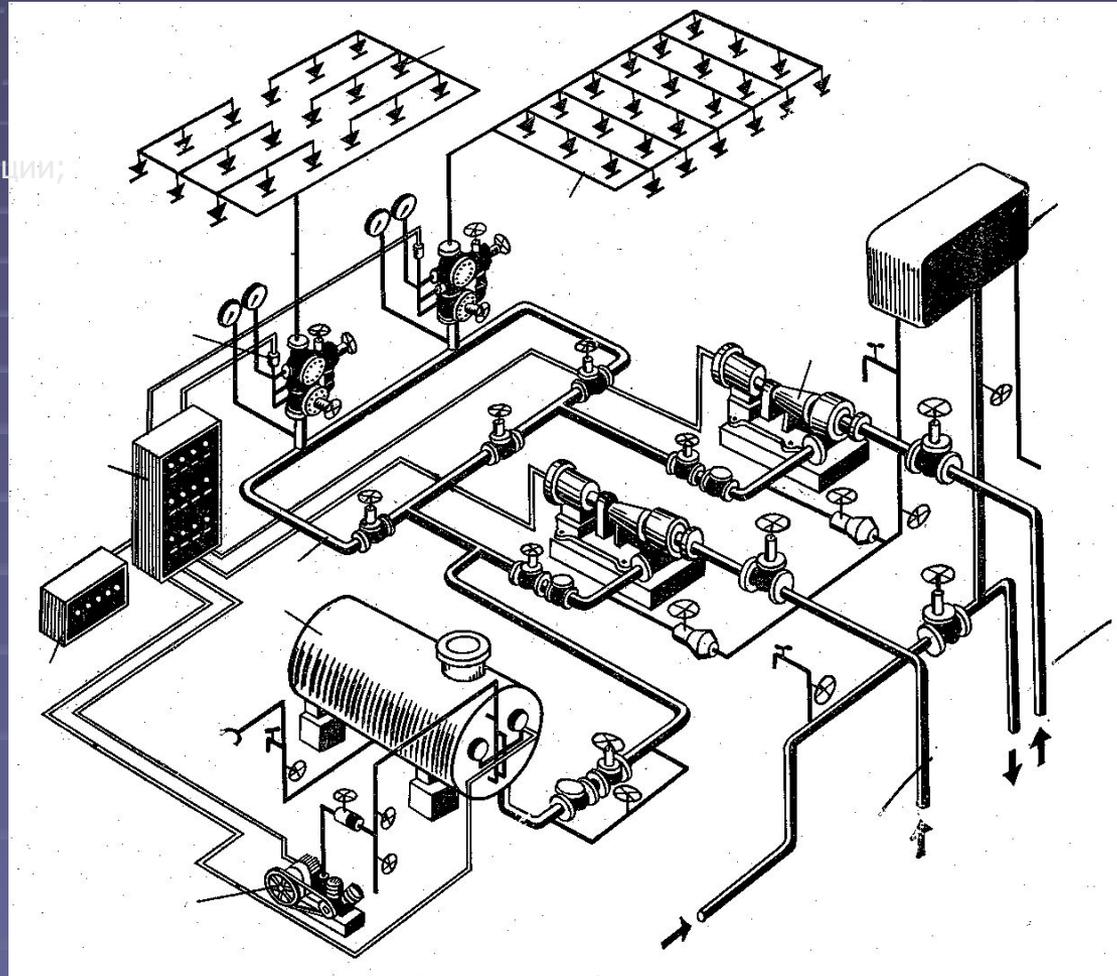
Класс пожара	Характеристика горючей среды или горящего объекта	Рекомендуемые огнетушащие составы и средства
A	Обычные твердые горючие материалы (дерево, уголь, бумага, резина, текстильные материалы и др.)	Все виды огнетушащих средств (прежде всего вода)
B	Сгораемые жидкости мазут, бензин и плавящиеся при нагревании материалы (ксилол, масла, спирт, стеарин, каучук, некоторые синтетические материалы и др.)	Распыленная вода, все виды пен, составы на основе галогеноалкилов, порошки
C	Горючие газы (водород, ацетилен, углеводороды и др.)	Газовые составы: инертные разбавители ( $N_2$ , $CO_2$ ), галогенуглеводороды, порошки, вода для охлаждения
D	Металлы и их сплавы (калий, натрий, алюминий, магний)	Порошки (при спокойной подаче на горящую поверхность)
E	Оборудование под напряжением	Порошки, $CO_2$ , хладоны
F	Пожары ядерных материалов, радиоактивных отходов и радиоактивных веществ	Порошки, $CO_2$ , хладоны

# Автоматические установки пожаротушения

- по конструктивному исполнению – на **спринклерные, дренчерные, агрегатные, модульные;**
- по виду огнетушащего вещества – на **водяные, пенные, газовые, аэрозольные, порошковые, комбинированные.**

# Спринклерная установка пожаротушения

- 1 – компрессор;
- 2 – пневмобак;
- 3 – магистральный трубопровод;
- 4 – приемная станция пожарной сигнализации;
- 5 – щит управления и контроля;
- 6 – контрольно-сигнальный клапан;
- 7 – сигнализатор давления;
- 8 – питательный трубопровод;
- 9 – оросители (спринклеры);
- 10 – распределительный трубопровод;
- 11 – центробежный насос;
- 12 – водонапорный бак;
- 13 – основной водопитатель

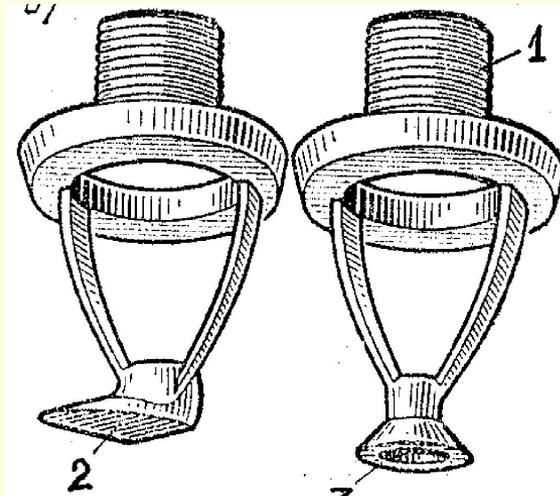


# Спринклер

---



# Дренчерные установки



Устройство лопаточного (а) и розеточного (б) дренчера:

1 – штуцер;

2 – боковая направляющая;

3 – кольцевая направляющая

Модуль



аротушения

## Огнетушитель самосрабатывающий ОСП-1



Предназначены для тушения пожаров без участия человека в производственных , складских, бытовых и других помещениях. Ликвидируют загорания твердых горючих материалов, горючих жидкостей, а также электрооборудования, находящегося под напряжением до 1000 В.

## Модуль самосрабатывающий порошковый "Буран-2,5"



Предназначены для тушения пожаров без участия человека в производственных , складских, бытовых и других помещениях. Ликвидируют загорания твердых горючих материалов, горючих жидкостей, а также электрооборудования, находящегося под напряжением до 1000 В.

## Модуль самосрабатывающий порошковый "Буран-8.0"



Предназначены для тушения пожаров без участия человека в производственных , складских, бытовых и других помещениях. Ликвидируют загорания твердых горючих материалов, горючих жидкостей, а также электрооборудования, находящегося под напряжением до 1000 В.



# Средства индивидуальной защиты органов дыхания

---

СИЗОД подразделяются на два основных класса:

- **фильтрующие** - обеспечивающие защиту в условиях достаточного содержания свободного кислорода в воздухе (не менее 18%) и ограниченного содержания вредных веществ;
- **Изолирующие** - обеспечивающие защиту в условиях недостаточного содержания кислорода и неограниченного содержания вредных веществ.

# Средства индивидуальной защиты органов дыхания

Самоспасатели  
фильтрующие

Самоспасатели  
изолирующие

ГДЗК-У



ГДЗК



СИП-1



СПИ-20





**Самоспасатель Шанс**



**Защитный капюшон Феникс**



**Самоспасатель Феникс-2**



**Самоспасатель Шанс-Е (Европейский)**



**Куб Жизни Каскад-5**



**Натяжное спасательное полотно НСП**



**Спасательный пожарный рукав Барьер-С**



**Спасательный трап  
надувной**



**Спасательная  
лестница**

## Пожарно-спасательный комплект "Шанс-Е-3"

Состав пожарно-спасательного комплекта "Шанс-Е-3":

- \* Универсальный фильтрующий малогабаритный самоспасатель «Шанс-Е» (европейский)
- \* Специальная огнестойкая накидка «Шанс»
- \* Огнетушитель аэрозольный ОА-04 АВЕ «ОГОНЬ СТОП!»
- \* Сумка-футляр

Пожарно-спасательный комплект «Шанс-Е-3» предназначен для оснащения жилых и нежилых помещений: домов, квартир, дач и гаражей.



## Пожарно-спасательный комплект "Шанс-2"

Состав пожарно-спасательного комплекта "Шанс-2":

- \* Универсальный фильтрующий малогабаритный самоспасатель «Шанс»
- \* Специальная огнестойкая накидка «Шанс»

Пожарно-спасательный комплект «Шанс-2» предназначен для оснащения жилых и нежилых помещений: домов, квартир, дач и гаражей.



## Покрывало спасательное



## Теплоотражающая накидка «Феникс»

## ТЕПЛОТРАЖАТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКТЫ



### КОМПЛЕКТ ТЕПЛОТРАЖАТЕЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ ТОК-200

ТУ 8572-303-08578309-2000.

Предназначен для защиты пожарных от повышенных температур окружающей среды до 200°C, теплового излучения, воздействия пламени, воды и ПАВ. Состоит из куртки, брюк, капюшона, перчаток и бахил. Изготавливается из материала металлизированного теплоотражающего и огнестойкого «Силотекс-98» тип 1 или ткани теплоотражающей «Термит». Комплект используют совместно с дыхательными аппаратами со сжатым воздухом. Температурный диапазон использования от минус 40 до плюс 200 °С. Устойчив к воздействию температуры 200 °С не менее 600 сек. Масса комплекта без дыхательного аппарата не более 10 кг.



### КОМПЛЕКТ ТЕПЛОТРАЖАТЕЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ ТК-800

ТУ 8570-008-49984806-2004

Предназначен для защиты пожарных от повышенных температур окружающей среды до 800°C, теплового излучения, воздействия пламени, воды и ПАВ. Состоит из куртки, брюк, капюшона, перчаток и бахил. Изготовлен из материала металлизированного теплоотражающего и огнестойкого «Силотекс-98» тип 2. Комплект используют совместно с дыхательными аппаратами со сжатым воздухом. Температурный диапазон использования от минус 40 до плюс 200°C. Устойчив к воздействию температуры 200°C не менее 960 сек, 800°C не менее 20 сек.

Масса комплекта без дыхательного аппарата не более 16 кг.

# Порядок действий при пожаре

При обнаружении пожара :

- немедленно **сообщить по телефону** в пожарную охрану (назвать адрес объекта, место возникновения пожара, свою фамилию);
- **поставить в известность руководителя;**
- **принять меры по эвакуации людей, материальных ценностей, тушению пожара.**

# Знаки пожарной безопасности



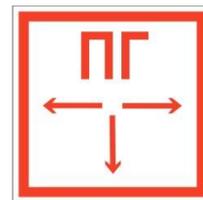
Огнетушитель



Пожарный  
кран



Телефон для  
использования  
при пожаре  
(в том числе  
телефон прямой  
связи с пожарной охраной)



Пожарный  
гидрант

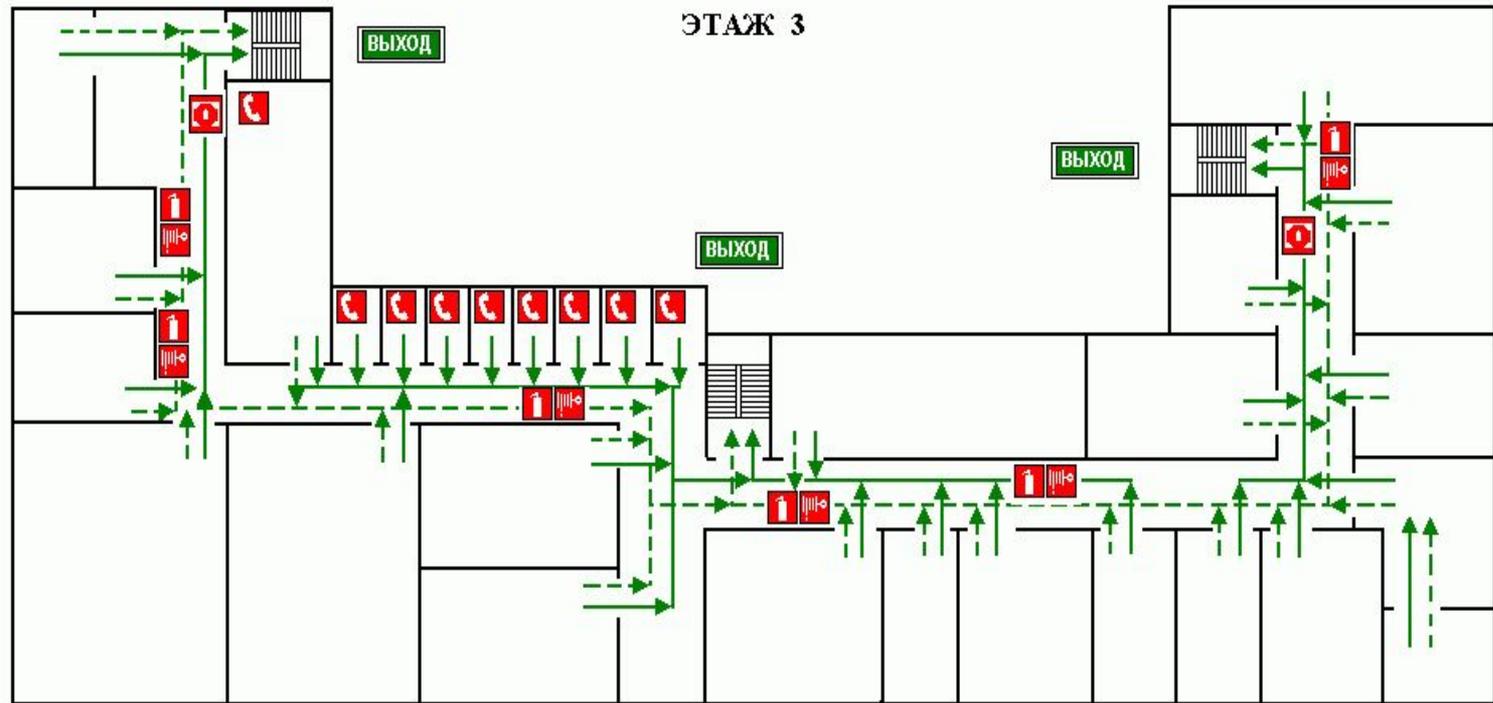


Кнопка  
включения  
установок (систем)  
пожарной автоматики

# ПЛАН ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ

"УТВЕРЖДАЮ"  
Генеральный директор

- СОРИЕНТИРУЙТЕСЬ НА ПЛАНЕ
- ОПРЕДЕЛИТЕ СВОЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ
- ДЕЙСТВУЙТЕ ПО ИНСТРУКЦИИ



## Условные обозначения

- ← — основной путь эвакуации;
- ← — запасной путь эвакуации;
- 🧯 — огнетушитель;
- 🚒 — пожарный кран;
- ☎ — телефон для сообщения о пожаре;
- 🚨 — ручной пожарный извещатель;

## ДЕЙСТВИЯ ПРИ ПОЖАРЕ

1. Сообщить в пожарную охрану по тел. 01 адрес института, этаж, номер помещения, что горит, фамилию и номер телефона.
2. Нажать кнопку пожарной сигнализации и подать сигнал о пожаре голосом.
3. Организовать эвакуацию людей согласно плана.
4. Принять меры к тушению пожара при отсутствии угрозы жизни.

# Воздействия механических факторов



***Механические опасности*** –  
опасности, которые могут  
возникнуть в результате  
контакта объекта или его части  
с человеком.

# *Опасная зона*

**пространство, в котором  
возможно воздействие  
на работающего  
опасного  
производственного  
фактора**

## **К опасностям, механически воздействующим на организм человека, относятся:**

---

- 1) движущиеся машины и механизмы;**
- 2) подвижные части производственного оборудования;**
- 3) передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;**
- 4) разрушающиеся конструкции;**
- 5) обрушивающиеся горные породы;**
- 6) острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструменте и оборудовании;**
- 7) расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола).**

# Методы и средства защиты от механических факторов

---

- **обеспечение недоступности к опасно действующим частям машин и оборудования;**
- **применение приспособлений, непосредственно защищающих человека от опасного производственного фактора**

# Средства коллективной защиты от механического травмирования

- **Оградительные устройства** (стационарные, подвижные, переносные)
- **Предохранительные устройства** (ограничители хода, плавкие предохранители, разрывные мембраны в установках с повышенным давлением)
- **Блокировочные устройства** (механическими, электромеханическими, электрическими, фотоэлектрическими, радиационными, пневматическими, гидравлическими)
- **Тормозные устройства** (колодочные, дисковые, конические и клиновые, механические, электромагнитные, пневматические, гидравлические и комбинированные)
- **Устройства дистанционного управления**
- **Устройства автоматического контроля и сигнализации** (оперативная, предупреждающая и опознавательная сигнализации)

# Зоны постоянно действующих опасных производственных факторов

---

- места вблизи от неизолированных токоведущих частей электроустановок;
- места вблизи от не огражденных перепадов по высоте 1,3 м и более;
- места, где возможно превышение предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

## К зонам **потенциально опасных** производственных факторов относят:

---

- зоны перемещения машин, оборудования или их частей, рабочих органов;
- места, над которыми происходит перемещение грузов кранами;
- участки территории вблизи строящегося здания (сооружения);
- этажи (ярусы) зданий и сооружений в одной захватке, над которыми происходит монтаж (демонтаж) конструкций или оборудования.

# Устанавливаются четыре группы знаков безопасности

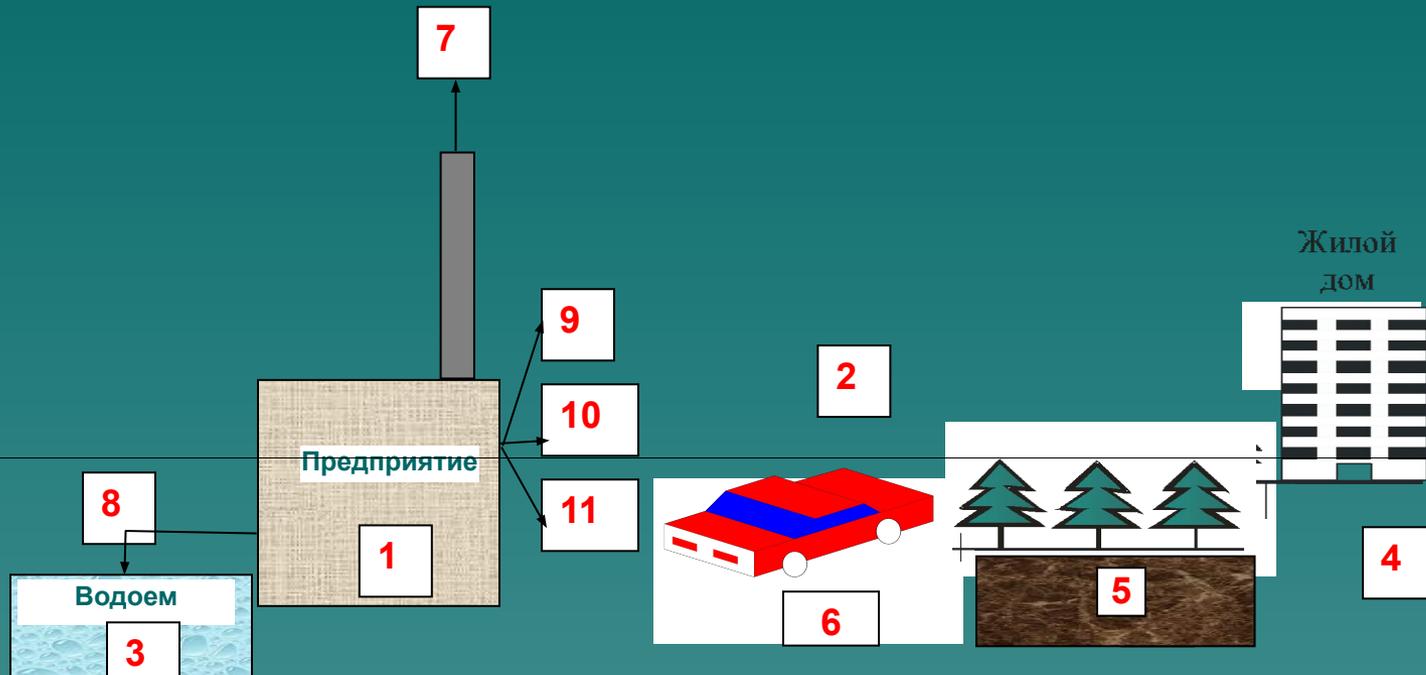
Номер группы	Наименование знака	Форма знака и пример	Применение поясняющей надписи
1	Запрещающий		Допускается поясняющая надпись на знаке (без наклонной полосы) или на дополнительной табличке
2	Предупреждающий		Допускается поясняющая надпись на знаке или на дополнительной табличке
3	Предписывающий		Допускается применять поясняющую надпись на внутреннем белом поле знака или на дополнительной табличке
4	Указательный		Допускается поясняющая надпись на знаке

- На выполнение работ в зонах действия опасных производственных факторов, возникновение которых не связано с характером выполняемых работ, должен быть выдан наряд-допуск

## Перечень работ, выполняемых только по наряду-допуску

1. Выполнение работ с применением грузоподъемных кранов и других строительных машин в охранных зонах воздушных линий электропередачи, газонефтепродуктопроводов, складов легковоспламеняющихся или горючих жидкостей, горючих или сжиженных газов.
2. Выполнение любых работ в колодцах, шурфах, замкнутых и труднодоступных пространствах.
3. Выполнение земляных работ на участках с патогенным заражением почвы (свалки, скотомогильники и т.п.), в охранных зонах подземных электрических сетей, газопровода и других опасных подземных коммуникаций.
4. Осуществление текущего ремонта, демонтажа оборудования, а также производство ремонтных или каких-либо строительно-монтажных работ при наличии опасных факторов действующего предприятия.
5. Выполнение работ на участках, где имеется или может возникнуть опасность со смежных участков работ.
6. Выполнение работ в непосредственной близости от полотна или проезжей части эксплуатируемых автомобильных и железных дорог (определяется с учетом действующих нормативных документов по безопасности труда соответствующих министерств и ведомств).
7. Выполнение газоопасных работ.

# ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ



Виды нормирования:

1 – ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны ( $\text{ПДК}_{\text{МР}}$ ,  $\text{ПДК}_{\text{СС}}$ )

2 – ПДК вредных веществ атмосферного воздуха ( $\text{ПДК}_{\text{МР}}$ ,  $\text{ПДК}_{\text{СС}}$ )

3 – ПДК вредных веществ в водоеме

4 – Нормирование питьевой воды (химическое, бактериологическое, радиационное загрязнения, органолептические свойства)

5 – ПДК вредных веществ в почве (лимитирующие показатели: транслокационные, миграционно-воздушные, миграционно-водные, общесанитарные)

6 – Выбросы автотранспорта

7 – Нормативы выбросов: технические нормативы выбросов; предельно допустимые выбросы (ПДВ).

8 – нормативы допустимых сбросов (НДС)

9 – Нормирование шумового загрязнения, уровень звукового давления  $L_p$

10 – Нормирование электромагнитного излучения

11 – Нормирование вибрационного загрязнения, уровень среднеквадратичной виброскорости ( $L_v$ )