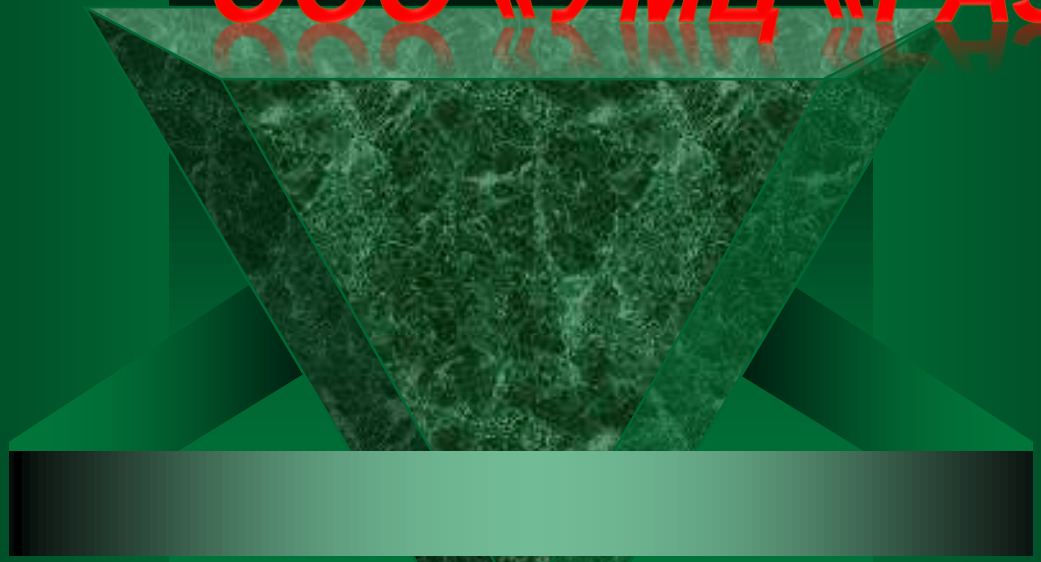
ООО «УМЦ «РАЗВИТИЕ»

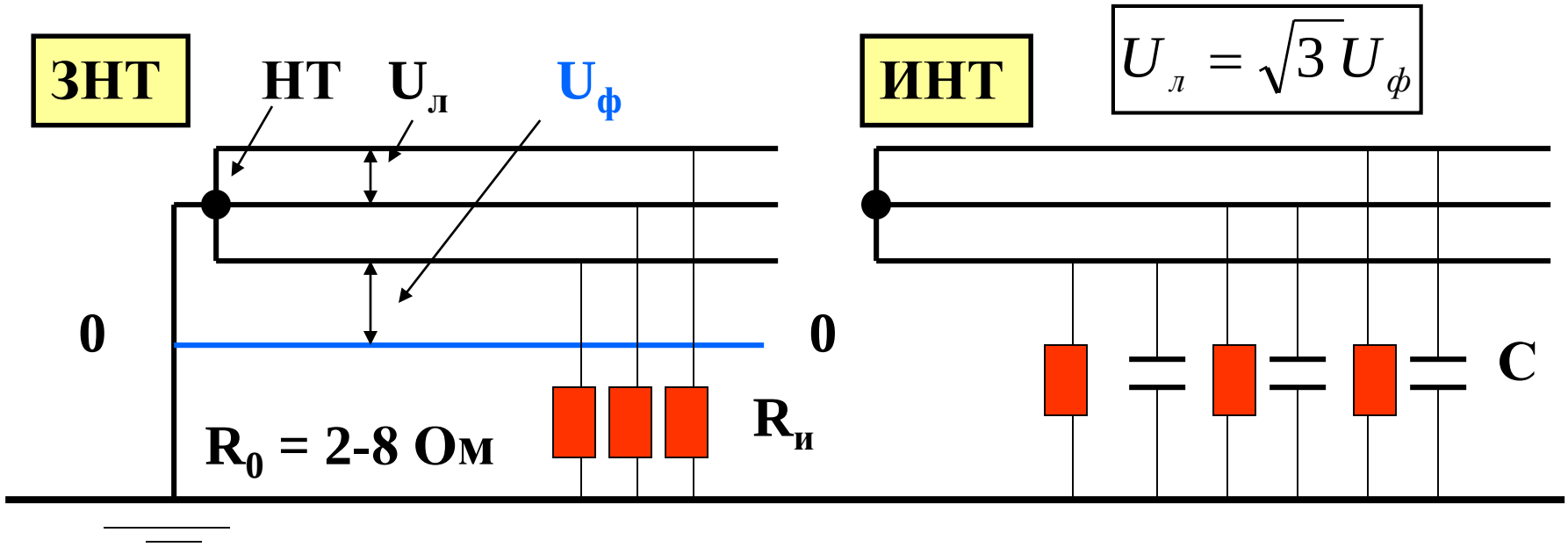


ЭЛЕКТРО БЕЗОПАСНОСТЬ

КУРС НА РАЗВИТИЕ

Анализ опасности поражения электрическим током

Схемы электрических сетей



ЗНТ - сеть с заземлённой нейтральной точкой трансформатора;
ИНТ - сеть с изолированной нейтральной точкой (**НТ**);
(0 - 0) - нулевой защитный проводник; R_0 - рабочее заземление **НТ**;
$R_и$ - сопротивление изоляции фазы относительно земли; **С** -ёмкость;
$U_л$- линейное напряжение (380В); $U_ф$- фазное напряжение (220В).

Опасные ситуации поражения током

1. Случайное двухфазное или однофазное прикосновение к токоведущим частям.

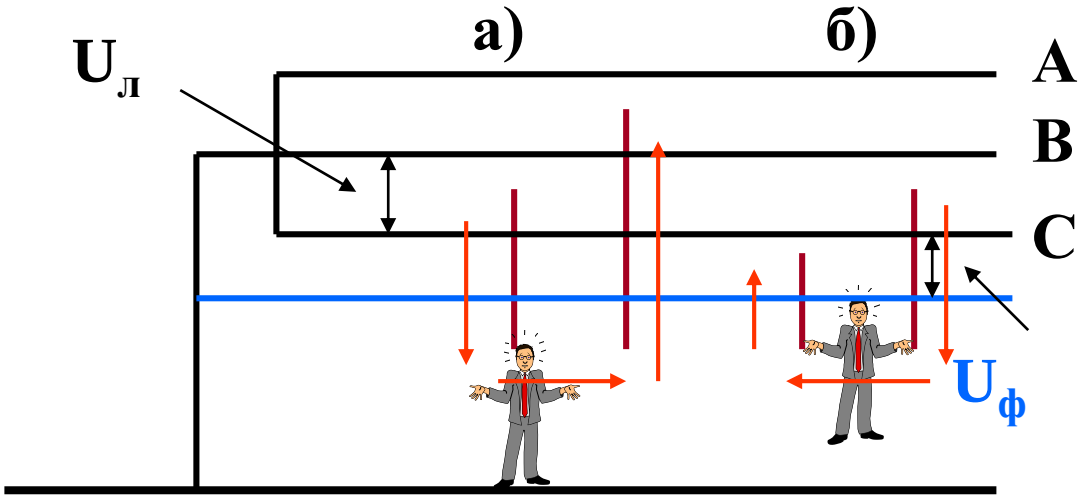
2. Приближение человека на опасное расстояние к шинам высокого напряжения (по нормативам минимальное расстояние - 0,7 м.)

3. Прикосновение к металлическим нетоковедущим частям оборудования, которые могут оказаться под напряжением, из-за повреждения изоляции или ошибочных действий персонала.

4. Попадание под шаговое напряжение при передвижении человека по зоне растекания тока от упавшего на землю провода или замыкания токоведущих частей на землю.

Двухфазное прикосновение к токоведущим частям

Наиболее опасным случаем является прикосновение к двум фазным проводам (а) и к фазному и нулевому проводу (б).



Ток $I_ч$, проходящий через человека, и напряжение прикосновения $U_{пр}$ (В) при сопротивлении человека $R_ч$ (Ом):

Путь тока - «рука-рука»

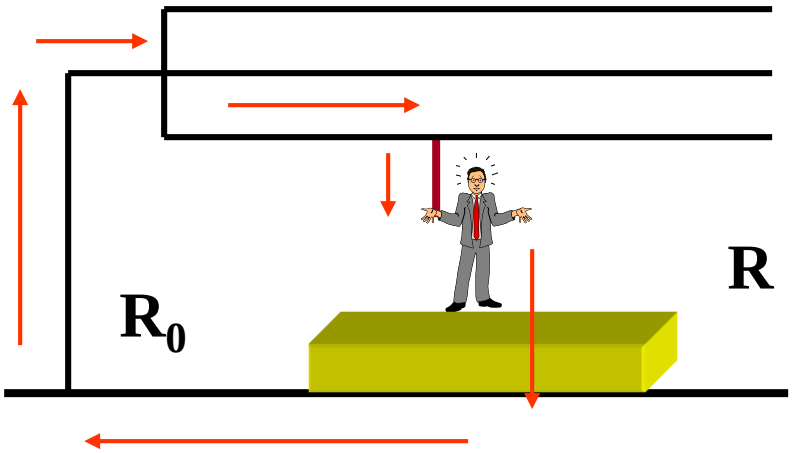
а) $I_ч = U_л / R_ч$, $U_{пр} = I_ч \cdot R_ч = U_л = 380\ В$

б) $I_ч = U_ф / R_ч$, $U_{пр} = I_ч \cdot R_ч = U_ф = 220\ В$

Напряжение прикосновения - это разность потенциалов двух точек цепи, которых касается человек поверхностью кожи.

Однофазное прикосновение к сети с ЗНТ

Этот случай менее опасен, чем двухфазное прикосновение, так как в *цепь поражения* включается сопротивление обуви $R_{об}$ и пола $R_п$.



$$I_ч = \frac{U_ф}{R_0 + R} = \frac{U_ф}{R}$$

$$U_{пр} = \frac{U_ф \cdot R_ч}{R}$$

$$R = R_ч + R_{об} + R_п$$

Путь тока - «рука-нога»

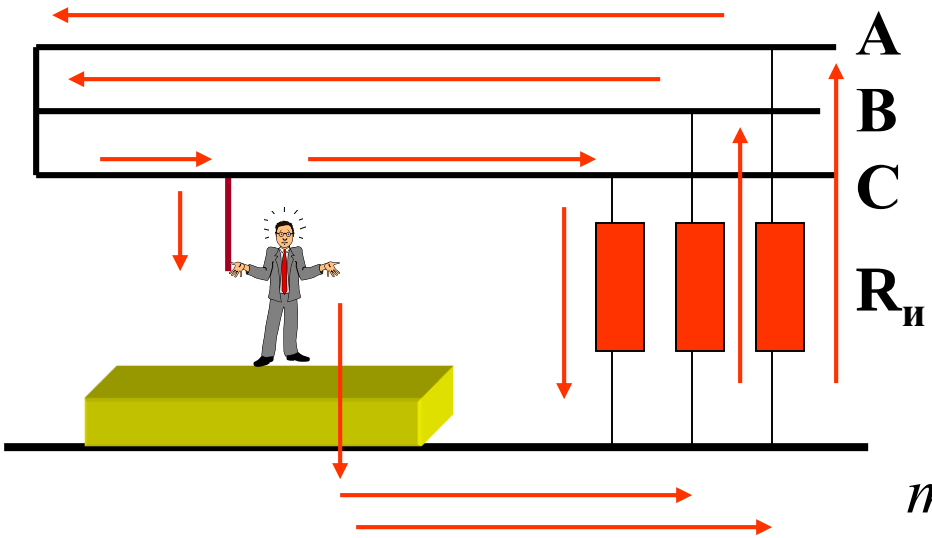
Цепь поражения:

Фаза С → $R_ч$ → $R_{об}$ → $R_п$ → R_0 → Фаза С

Сети с **ЗНТ** применяются на предприятиях, в городах, на селе.

Однофазное прикосновение к сети с ИНТ

Этот случай менее опасен, чем для сети с ЗНТ при нормальном сопротивлении изоляции $\mathbf{R_и}$ (Ом), но опасность для сети большой протяжённости может возрасти из-за наличия **ёмкостного тока**.



При одинаковом $R_и$ каждой фазы суммарное сопротивление изоляции равно:

$$\sum R_и = R_и / 3,$$

Путь тока - «рука-нога»

$$т.к.\ 1/R_и = 1/R_{иA} + 1/R_{иB} + 1/R_{иC}$$

$$I_ч = \frac{U_ф}{R + R_и / 3}$$

Сети с **ИНТ** применяют при небольшой протяжённости линий, **на судах**. Они требуют постоянного контроля $\mathbf{R_и}$.

Воздействие тока на человека

Электрические травмы

1. Ожоги - токовые и дуговые.

2. Электрические знаки - это метки тока, возникающие в месте входа тока или по пути прохождения тока (разводы и тёмные пятна)

3. Металлизация кожи - это проникновение брызг расплавленного металла от дуги в кожу.

4. Механические повреждения от судорожных сокращений мышц.

5. Электроофтальмия - это повреждение роговицы глаз от электрической дуги (например, при сварке).

Электрические удары

При включении человека в электрическую сеть образуется замкнутая ***«цепь поражения»*** и ток, проходящий через человека **$I_ч$ (А),** будет определять степень опасности.

$$I_ч = \frac{U_{пр}}{R_ч},$$

где $U_{пр}$ - напряжение прикосновения, В;
$R_ч$ - сопротивление тела человека, Ом.

Электрические удары имеют разные последствия:

1. Человек может самостоятельно оторваться от проводника, жизнедеятельность сохраняется, но затем могут быть неблагоприятные отклонения в состоянии здоровья.

2. Человек не может самостоятельно оторваться от проводника и длительное время находится под действием тока. В результате этого возможно шоковое состояние, паралич органов дыхания, фибрилляция сердца (беспорядочное сокращение волокон сердечной мышцы, что часто приводит к летальному исходу).

Факторы, влияющие на опасность поражения током

1. Сила тока, время и путь его прохождения через человека (наиболее опасные пути - «рука-рука», «рука- нога», «левая рука-ноги»).

2. Род и частота тока (переменный ток считается более опасным, чем постоянный, причем с повышением частоты опасность тока снижается.)

3. Вид электрической сети (обычно сети с **ЗНТ** более опасны, чем сети с **ИНТ**).

4. Сопротивление тела человека, которое лежит в пределах 0,3 -100 кОм, но обычно составляет 2000 - 10000 Ом, причём сопротивление внутренних органов человека равно 300 - 500 Ом. При расчётах сопротивление человека $\mathbf{R_ч}$ принимается **1000 Ом**.

$R_ч$ зависит от:

состояния кожи (сухая, влажная, повреждённая); состояния здоровья, психофизиологических особенностей, фактора «внимания».

Пороговые значения силы тока. Предельный ток

Для переменного тока частотой 50 Гц установлены пороги:

Ощутимый ток (1 - 3 мА)

Неотпускающий ток (10 - 15 мА).

Ток, вызывающий паралич дыхательных мышц (60 - 80мА).

Фибрилляционный (смертельный) ток (100 мА при t > 0,5 с).

Безопасная для человека сила тока составляет **0,3 мА**.

Предельная сила тока при времени воздействия 1 секунда составляет **50 мА**, а при времени 3 с. - **6 мА**.

Средства электробезопасности

Средства электробезопасности делят на технические и защитные.

Технические средства электробезопасности

1. Выбор электрооборудования соответствующего исполнения в зависимости от условий эксплуатации (защищённое, брызгозащищённое, взрывозащищённое и др.)

2. Изоляция токоведущих частей, которая является первой и основной ступенью защиты. Допустимое сопротивление изоляции для отдельных участков сети составляет 0,3 - 1 МОм. Изоляцию делят на рабочую, двойную и усиленную.

3. Защита от случайного прикосновения к токоведущим частям:
   - ограждения, блокировки;
   - расположение токоведущих частей на недоступной высоте;
   - защитное отключение, реагирующее на прикосновение человека к токоведущим частям.

Технические средства электробезопасности (продолжение)

4. Применение малых напряжений (**12 - 42 В**) в особо опасных помещениях.

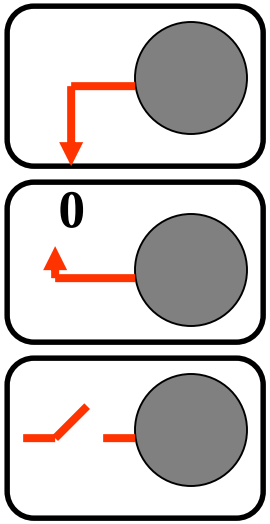
5. Средства уменьшения ёмкостного тока: включение индуктивной катушки между нейтральной точкой и землёй, разделение протяжённых сетей на отдельные участки с меньшей ёмкостью.

6. Средства защиты от пробоя фазы на корпус оборудования:

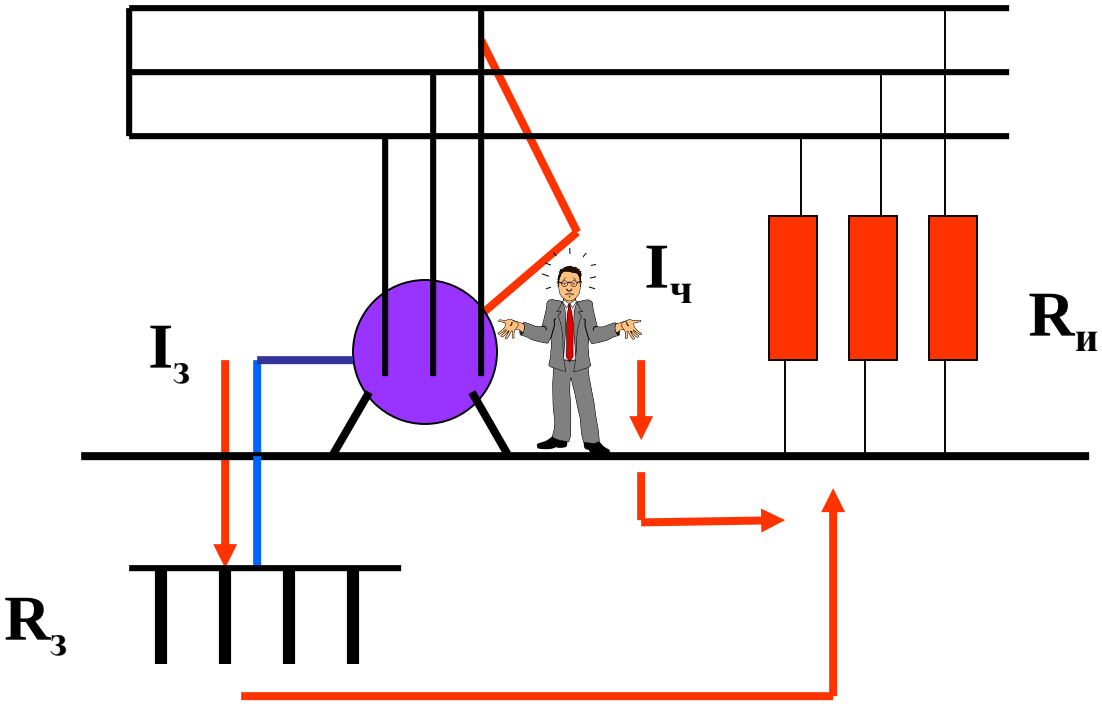
Защитное заземление

Зануление

Защитное отключение



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



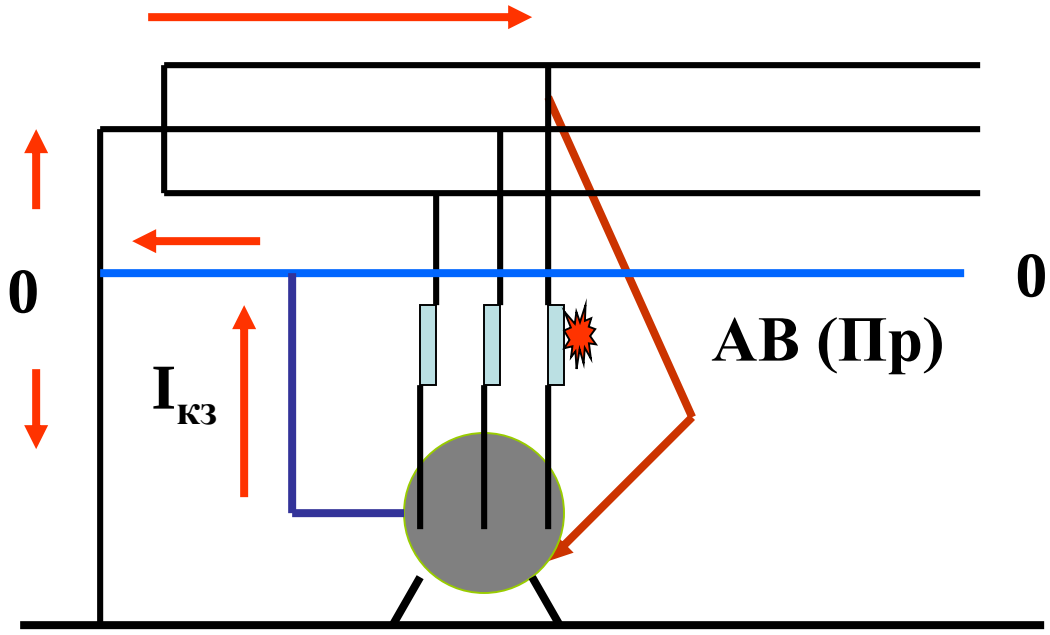
$$U_{пр} = \varphi_{об} - \varphi_{осн}$$

В параллельных ветвях токи обратно пропорциональны сопротивлениям.

$$I_ч = I_з \cdot \frac{R_з}{R},$$

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

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



Условие срабатывания защиты:

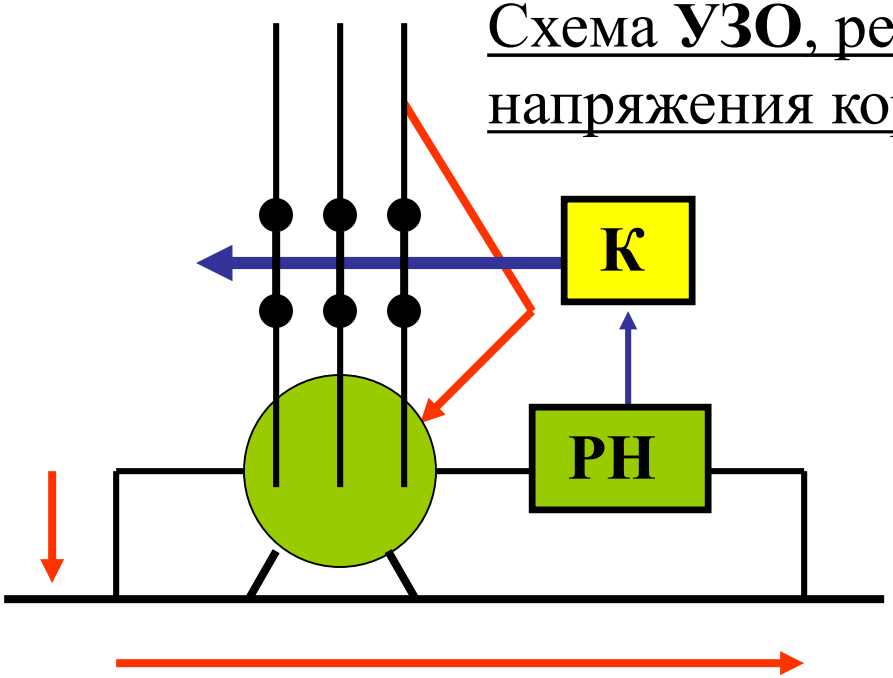
$$I_{кз} \geq I_{ном} \cdot K ,$$

где $I_{ном}$ - номинальный ток срабатывания защиты; К - коэффициент кратности тока.

Устройство защитного отключения (УЗО)

УЗО - это быстродействующая защита, реагирующая на замыкание фазы на корпус, на землю, на прикосновение человека. Характеристики **УЗО:** уставка и время срабатывания (0,05 - 0,2 с.). Применяется как самостоятельное средство защиты и в комплексе с заземлением или занулением.

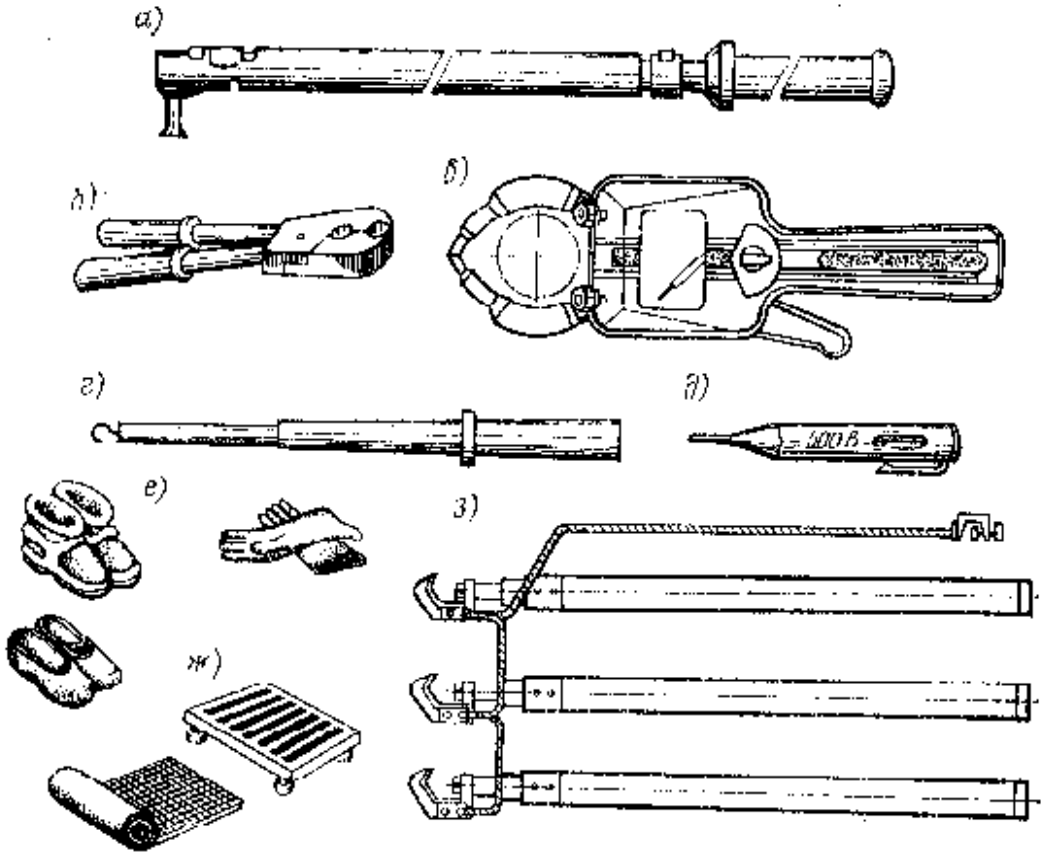
Схема **УЗО**, реагирующая на изменение напряжения корпуса относительно земли



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

Электрозащитные средства

Их делят на **основные** (позволяют работать на токоведущих частях) и ***дополнительные*** (усиливают действие



а - изолирующая штанга;

б - изолирующие клещи;

в - измерительные клещи;

г - измеритель напряжения > 1000 В;

д - то же < 1000 В;

е - диэлектрические перчатки, галоши;

ж -коврики, подставки

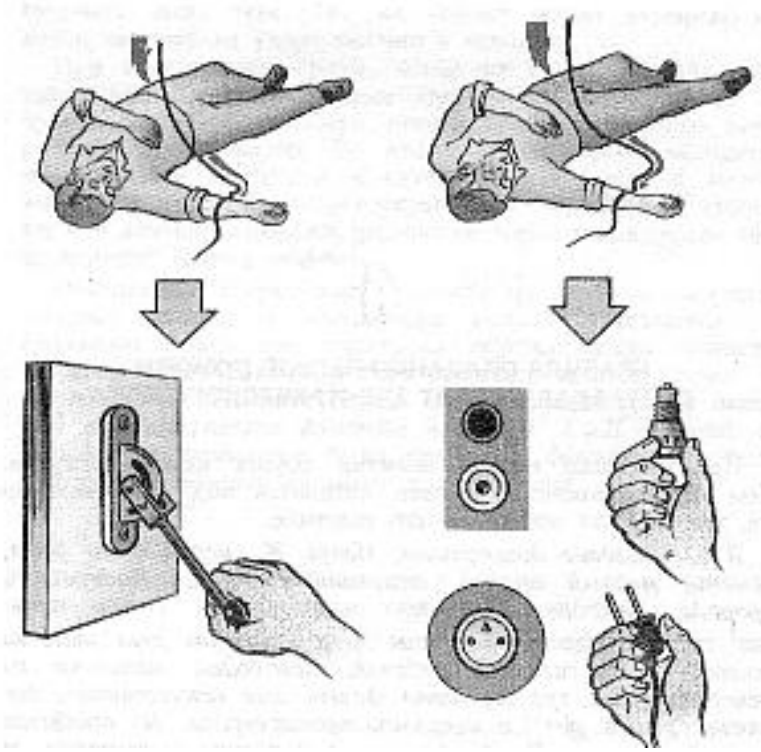
з- переносное заземление.

Первая помощь пострадавшим от электрического тока

Освобождение пострадавшего от тока

Главное это быстрота действий, так как, чем больше времени человек находится под током, тем меньше шансов на его спасение.

Прежде всего необходимо отключить установку с помощью рубильника, штепсельного разъёма или вывернуть пробку.



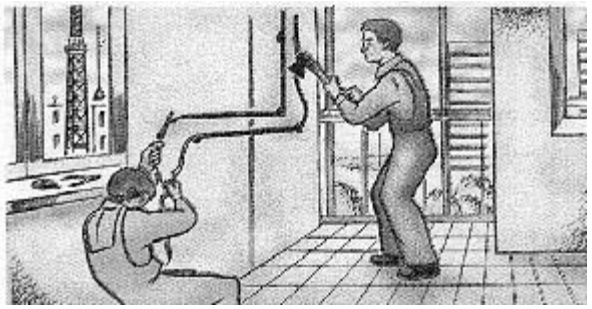
Освобождение пострадавшего от тока (продолжение 1)

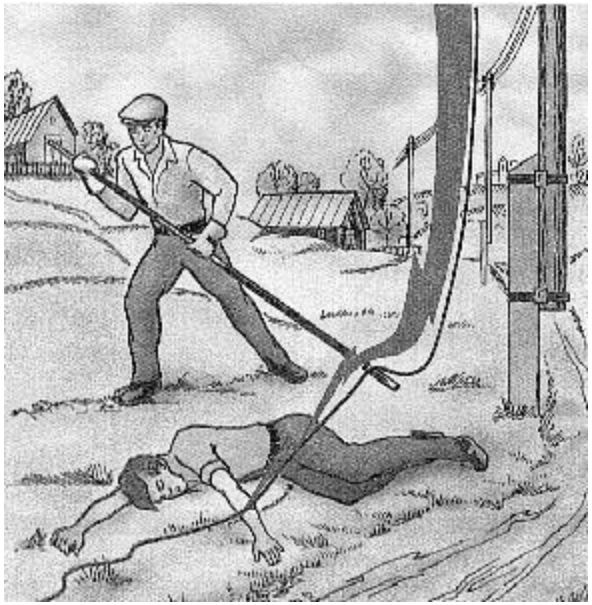
Если отключить электропитание нет возможности, действия по спасению человека должны выбираться в зависимости от напряжения: обычные сети (до 1000 В) или высоковольтные сети (более 1000 В).

Сети до 1000 В

Для отделения пострадавшего от провода можно использовать одежду, канат, палку, доску. Эти предметы должны быть обязательно сухими. Не следует прикасаться к ногам пострадавшего, так как обувь может быть сырой. Для изоляции рук спасающего используют резиновые перчатки, шарф, рукав, сухую материю. Можно встать на сухую доску или подстилку. Для прерывания тока необходимо подсунуть под пострадавшего сухую доску, перерубить провод топором с деревянной сухой ручкой.

Освобождение пострадавшего от тока (продолжение 2)







Освобождение пострадавшего от тока (продолжение 3)

Сети более 1000 В

В таких сетях для отделения пострадавшего от тока необходимо обязательно использовать электрозащитные средства: изолирующие боты, диэлектрические перчатки, а действовать надо изолирующей штангой.

Определение состояния пострадавшего

1. Немедленно уложить пострадавшего на спину.
2. Расстегнуть стесняющую дыхание одежду.
3. Проверить по движению грудной клетки наличие дыхания.
4. Проверить наличие пульса.
5. Проверить состояние зрачка (узкий или широкий).
6. Обеспечить покой пострадавшему до прибытия врача.

В случае редкого дыхания или при отсутствии признаков жизни необходимо делать искусственное дыхание и непрямой массаж сердца.

Организация безопасной эксплуатации электроустановок

Электроустановки должны эксплуатироваться в соответствии с документами:

1. Правила технической эксплуатации **(ПТЭ)** электроустановок потребителей.

2. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок.

3. Отраслевые инструкции по технической эксплуатации.

К обслуживанию электроустановок допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинскую комиссию и имеющие квалификационную группу по электробезопасности.

Квалификационные группы по электробезопасности

Группа 1. Присваивается после инструктажа и проверки знаний на рабочем месте. К этой группе относятся лица, обладающие элементарными знаниями в области электротехники (разнорабочие, уборщики, ученики электромонтёров).

Группы **2 - 5** присваиваются специальной комиссией. После проверки знаний выдаётся удостоверение.

Группа 2. Присваивается лицам, имеющим элементарное представление об электроустановках, умеющим оказывать первую помощь пострадавшим.

Квалификационные группы по электробезопасности (продолжение)

Группа 3. Присваивается лицам, знающим правила техники безопасности, обладающим достаточными знаниями в электротехники для того, чтобы вести надзор за электроустановками (электромонтёры, начинающие инженеры).

Группа 4. Присваивается лицам, указанным в 3 группе, но имеющим знания в объёме специального профтехучилища.

Группа 5. Присваивается лицам, знающим схемы и оборудование своего участка, умеющим организовать работу и вести надзор, способным обучать персонал (электромонтёры высокой квалификации, мастера, инженеры).

Обслуживание электроустановок до 1000В разрешается персоналу, имеющему квалификационную группу не ниже 3, а выше 1000В - не ниже 4 группы.

Работы по эксплуатации электрооборудования

Эксплуатация электрооборудования

Оперативное обслуживание (осмотры, оперативные переключения)

Ремонтно-наладочные работы

Оперативное обслуживание

При оперативном обслуживании запрещается выполнять работы на этом оборудовании, за исключением аварийных случаев.

Запрещается:

- Снимать ограждения токоведущих и вращающихся частей.
- Проникать за ограждения.
- Касаться токоведущих частей.
- Приближаться к токоведущим частям на опасное расстояние.

Смена сгоревших плавких вставок предохранителей должна производится при снятом напряжении, а если это невозможно, то работа выполняется в диэлектрических перчатках и очках.

ООО «УМЦ «РАЗВИТИЕ»

Ремонтно-наладочные работы

Они разделяются на следующие категории:

1. Работы, выполняемые при полном или частичном снятии напряжения.
2. Работы, выполняемые без снятия напряжения.

До начала работ выполняют технические и организационные мероприятия:

Технические мероприятия: отключение оборудования, установка временных ограждений, вывешивание знаков безопасности, проверка отсутствия напряжения, установка переносного заземления.

Организационные мероприятия: назначение ответственного лица, выдача наряда, подготовка рабочего места, надзор за работами.

Ответственными за безопасное ведение работ являются лица от выдающего наряд до исполнителя.

Безопасность при работах с частичным или полным снятием напряжения

До начала работ необходимо выполнить следующие технические мероприятия:

1. Произвести отключения напряжения и принять меры, препятствующие его ошибочному включению.
2. Вывесить плакаты и знаки безопасности.
3. Проверить отсутствие напряжения на токоведущих частях.
4. Наложить переносное заземление.
5. Установить временные ограждения и закрыть узлы, которые нельзя отключить, изолирующими накладками.

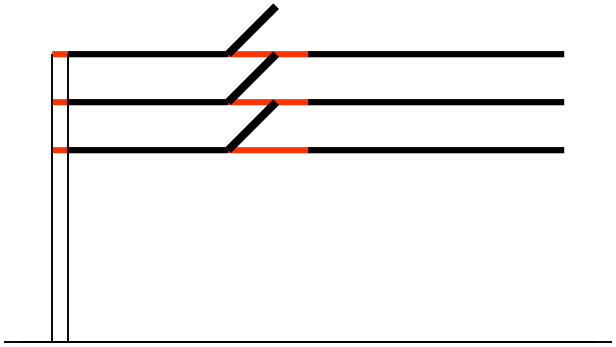
При выполнении ремонтно-наладочных работ двумя лицами перечисленные мероприятия выполняются вдвоём.

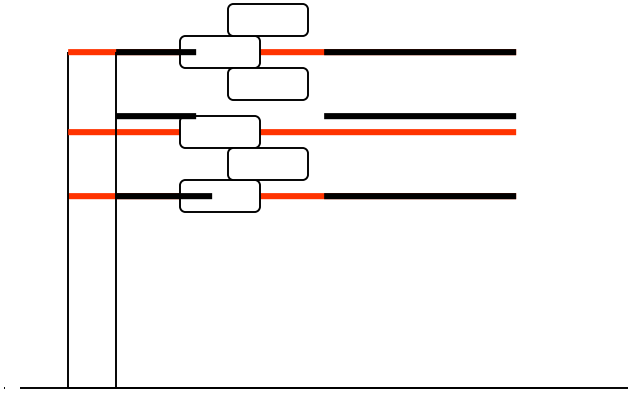
Производство отключений в сетях до 1000 В

Отключение сети выполняется:

1. Коммутационными аппаратами (выключатели, разъединители, рубильники) с ручным управлением, в которых предусмотрено механическое запирание.
2. Контакторами с автоматическим приводом и дистанционным управлением.
3. Отсоединением концов питающей линии на щите.
4. Снятием плавких вставок предохранителей.

Для большей гарантии безопасности необходимо обеспечить два разрыва сети: отключение коммутационными аппаратами и снятие плавких вставок предохранителей.





На ключах управления, приводах разъединителей, выключателей и рубильников, на основании предохранителей вывешивают **запрещающие** плакаты безопасности, а на ограждениях и дверях распределительных устройств - **предостерегающие** плакаты.

Запрещающие плакаты





Плакаты безопасности

Предостерегающие плакаты





Вывешивает и снимает плакаты только работающий на этом объекте персонал; запрещается снимать и передвигать плакаты.

Проверка отсутствия напряжения

После отключения питания проверяется отсутствие напряжения:

1. Между всеми фазами.
2. Между каждой фазой и землёй.
3. Между нулевым проводом и землёй.

Проверка выполняется допускающим к работе после вывешивания предупредительных плакатов.

В установках до 1000 В проверка производится:

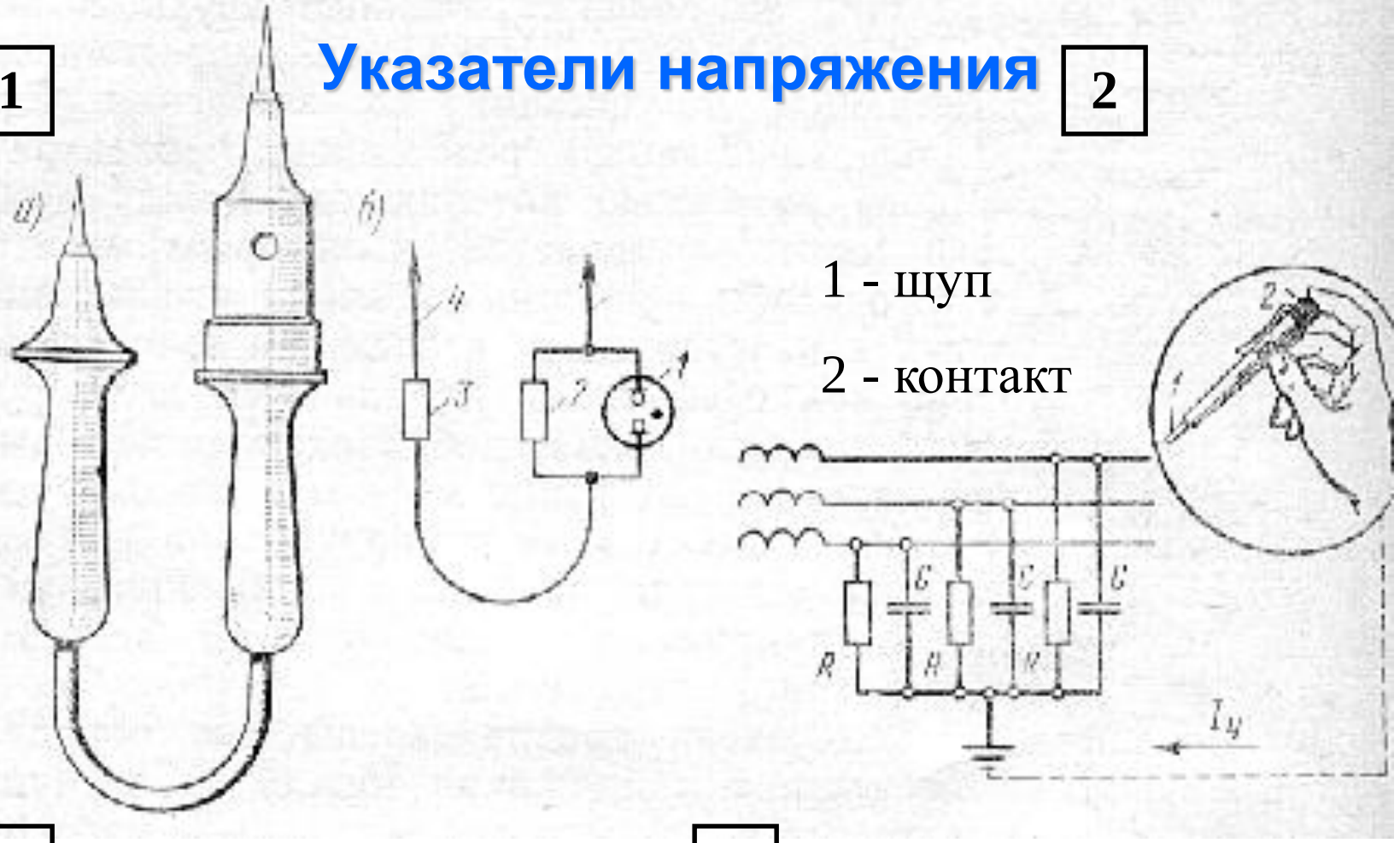
- переносным вольтметром;
- указателем напряжения;
- контрольной лампой (до 220 В).

Перед проверкой необходимо убедится в исправности приборов.
Стационарные приборы не являются средством проверки.

Указатели напряжения

1

2



1 - двухполюсный; **2 - однополюсный;**

а - общий вид; б - схема. 1- неоновая лампа; 2, 3 - резисторы; 4 - наконечники.

Свойства и принцип работы указателей напряжения

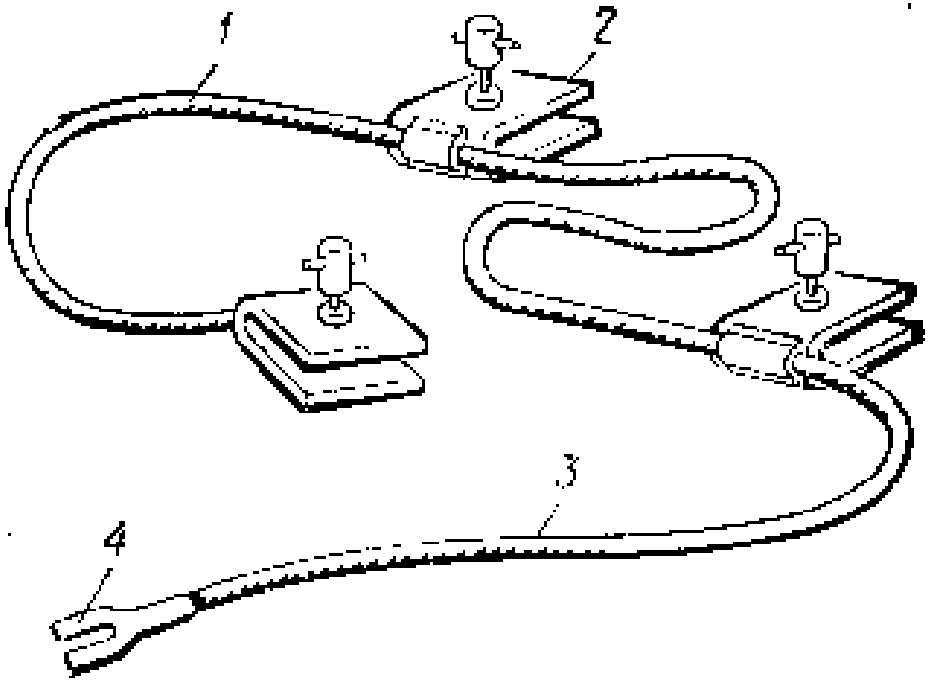
Двухполюсные

Служат для определения наличия напряжения между двумя фазами и фазой и землёй. Применяют для диапазона напряжений от 200 до 500 В. Указатель напряжения включает сигнальную неоновую лампу, соединительные провода и два щупа.

Однополюсные

Позволяют определить наличие напряжения между токоведущими частями и землёй. Применяют для диапазона напряжений от 200 до 1000 В. Связь с землёй создаётся через тело человека, который касаясь пальцем руки указателя, создаёт контакт с цепью указателя. Ток через человека безопасный и не превышает 0,3 мА. Указатели выполняются в виде ручки или отвёртки.

Переносное заземление



1 - провода для закорачивания токоведущих частей трёх фаз;
2 - выводы проводов;
3 - провода для соединения с заземляющим устройством;
4 - наконечник для присоединения к заземляющей шине.

Служит для защиты работающих от поражения током в случае ошибочной подачи напряжения. Три фазы закорачиваются и соединяются с корпусом (землёй). При ошибочном включении линии происходит автоматическое отключение установки. Переносное заземление подсоединяется к корпусу и к токоведущим частям.

Безопасность при работе вблизи токоведущих частей и под напряжением

Эти работы должны производится только по наряду.

Работающие должны иметь одежду с застёгнутыми рукавами и головной убор.

При работе без снятия напряжения вблизи токоведущих частей, находящихся под напряжением, должны быть выполнены мероприятия:

1. Безопасное расположение работающих лиц по отношению к токоведущим частям (в высоковольтных линиях до 15 кВ - не ближе 0,7 м).

2. Организация непрерывного надзора за работающими.

3. Применение основных и дополнительных электрозащитных средств.

Расположение работающих по отношению к токоведущим частям

Лица, производящие работу вблизи токоведущих частей, находящихся под напряжением, должны располагаться так, чтобы токоведущие части были перед ними и только с одной боковой стороны.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ **ЗАПРЕЩАЕТСЯ** **ЗАПРЕЩАЕТСЯ**

1. Производить работу, если токоведущие части расположены сзади или с двух боковых сторон.
2. Производить работу в согнутом положении, если при выпрямлении создаётся опасность прикосновения к токоведущим частям.

Работы на токоведущих частях, находящихся под напряжением

Работы должны производится с применением основных и дополнительных электрозащитных средств.

Допускается приближение рук работающих к токоведущим частям, находящимся под напряжением только на длину изолирующей части защитных средств (токоизмерительных и изолирующих клещей, указателей напряжения, изолирующих штанг и т.п.).

В помещениях особо сырых, с токопроводящей пылью, едкими парами, а также в помещениях, опасных в отношении пожара, производство работ на не отключенных токоведущих частях -

ЗАПРЕЩАЕТСЯ

ВИДЫ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ

ЭЛЕКТРОЗАЩИТНЫЕ

По принципу действия делят на:

изолирующие (резиновые перчатки, коврики);
ограждающие (щиты, ширмы, накладки);
отключающие (переносное заземление);
информационные (знаки безопасности).

По функциональному назначению:

- основные;
- дополнительные.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ

Для защиты от световых, тепловых и механических воздействий применяют очки, рукавицы, экраны.

Электрозащитные средства

Электрозащитные средства по функциональному назначению делят на основные и дополнительные.

Основные средства длительно выдерживают рабочее напряжение и позволяют работать на токоведущих частях, а дополнительные - усиливают действие основных.

Электроустановки напряжением выше **1000 В**

Основные средства: изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения.

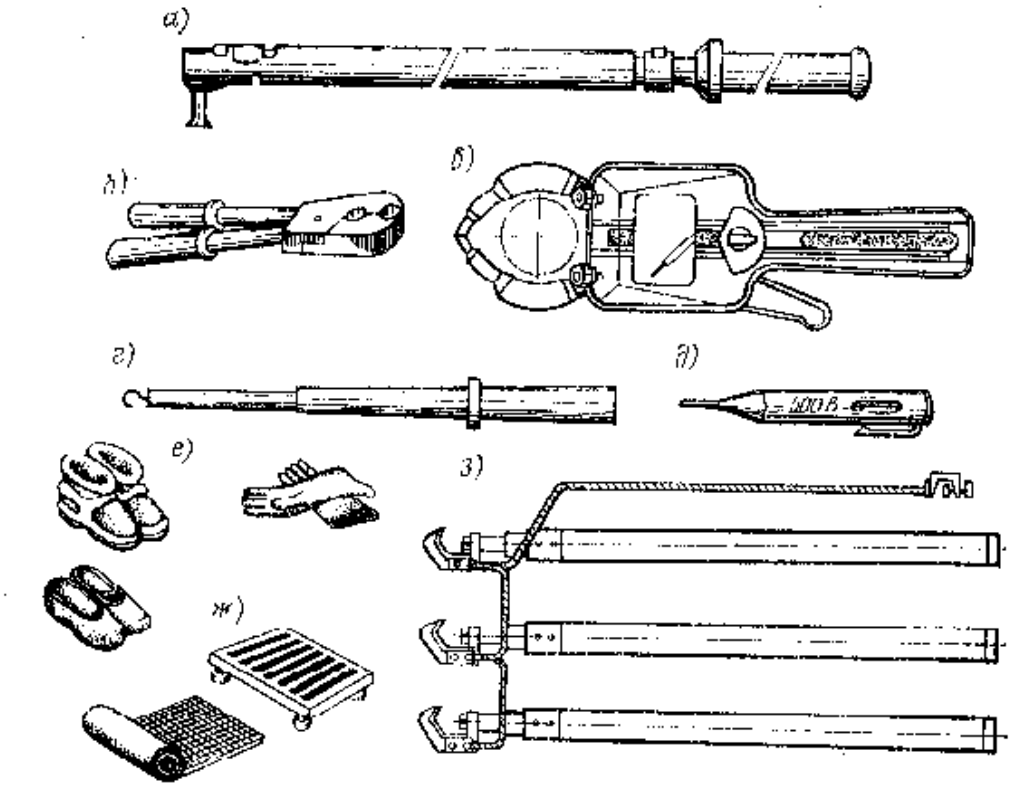
Дополнительные средства: диэлектрические перчатки, боты, коврики, изолирующие подставки и накладки, переносное заземление, оградительные устройства, плакаты и знаки безопасности.

Электроустановки напряжением до 1000 В

Основные средства: основные средства при напряжении выше 1000 В, диэлектрические перчатки, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками.

Дополнительные средства: диэлектрические галоши, коврики, переносное заземление, изолирующие подставки и накладки, оградительные устройства, плакаты и знаки безопасности.

Электрозащитные средства



а - изолирующая штанга;

б - изолирующие клещи;

в - измерительные клещи;

г - измеритель напряжения > 1000 В;

д - то же < 1000 В;

е - диэлектрические перчатки, галоши;

ж -коврики, подставки

з- переносное заземление.

ООО «УМЦ «РАЗВИТИЕ»

Описание электрозащитных средств

Изолирующие штанги предназначены для выполнения оперативной работы и для наложения заземления.
Изолирующие клещи применяют для операций с предохранителями, установки и снятия изолирующих накладок.
Электроизмерительные клещи предназначены для измерения тока, напряжения и мощности в электрических сетях без нарушения их целости.
Указатели напряжения предназначены для определения наличия напряжения, принцип их работы основан на свечении газоразрядной индикаторной лампы при протекании через неё ёмкостного тока.

Описание электрозащитных средств (продолжение)

Диэлектрические резиновые коврики применяют в закрытых электроустановках, кроме особо сырых помещений, где необходимо использовать изолирующие подставки. Изолирующие подставки состоят из настила, укреплённого на опорных изоляторах.

Временные ограждения - это щиты и ширмы. Щиты высотой 1,7 м выполняют из сухого дерева без металлических креплений и окрашивают масляной краской.

Изолирующие накладки изготовляют из резины или текстолита. Они служат для предохранения от случайного прикосновения к токоведущим частям.

Описание электрозащитных средств (продолжение)

Переносные заземления-закоротки предназначены для защиты людей, работающих на отключённых токоведущих частях, от ошибочно поданного напряжения. Переносное заземление замыкает токоведущие части накоротко с одновременным подсоединением к земле. При ошибочном включении такой линии происходит автоматическое отключение установки.

Электрозащитные средства периодически проходят испытания на специальных высоковольтных установках.

СПАСИБО
ЗА ВНИМАНИЕ!

БЕРЕГИТЕ СЕБЯ
И
СВОИХ БЛИЗКИХ