

В. М. Друй

# ЗАЩИТНЫЕ ЗАЗЕМЛЕНИЯ В ШАХТЕ

Методические указания



ГУ КузГТУ

**В. М. Друй**

# **З**АЩИТНЫЕ ЗАЗЕМЛЕНИЯ В ШАХТЕ

Методические указания

**Кемерово  
ГУ КузГТУ  
2011**

# **ЗАЩИТНЫЕ ЗАЗЕМЛЕНИЯ В ШАХТЕ**

## **1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

1.1. Изучить опасность прикосновения к корпусу электрооборудования с поврежденной изоляцией в системе с изолированной нейтралью и возможность её устранения.

1.2. Изучить виды местных заземлителей, их недостатки и конструкцию общешахтной сети заземления как меры защиты от опасности прикосновения к металлическому корпусу электрооборудования с поврежденной изоляцией.

1.3. Изучить способы заземления подземного электрооборудования.

## **2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Электрические сети в подземных выработках работают с изолированной нейтралью трансформатора. При нормальном режиме работы системы электроснабжения фазные проводники связаны с землей через сопротивление изоляции соответствующей фазы. Фазную изоляцию представляют параллельно включенные активное сопротивление и емкость. Для упрощения рассмотрим сеть, у которой емкость фаз относительно земли равна нулю.

Опасные прикосновения человека к элементам электрических установок создаются как при прикосновении человека к частям, нормально находящимся под напряжением, т. е. к токоведущим частям установки, так и при прикосновении к корпусу ЭО, оказавшимся под напряжением совершенно неожиданно для человека вследствие повреждения изоляции, вызванного механическими или химическими воздействиями, отсыреванием или перегревом её или вследствие каких-либо иных случайных повреждений, предусмотреть которые при эксплуатации трудно.

В трехфазной сети переменного тока с изолированной нейтралью прикосновение человека, стоящего на земле, к корпусу электрооборудования с повреждённой изоляцией и изолированным от земли (рис. 1), можно рассматривать как параллельное

присоединение к сопротивлению изоляции сети  $r$  добавочного сопротивления  $R_{\Sigma}$ , равного по величине сопротивлению тела человека. Протекающий через тело человека ток определяется уравнением  $I_{\Sigma} = 3U_{\phi} / (3R_{\Sigma} + r)$  и при низком значении сопротивления изоляции ток, протекающий через тело человека, может достичь опасных значений. Здесь  $U_{\phi}$  – фазное напряжение сети.

Для сети с  $U_{\phi} = 660$  В,  $r = 30$  кОм и  $R_{\Sigma} = 1000$  Ом ток через человека составит  $I_{\Sigma} = 3 \cdot 380 / (3 \cdot 1000 + 30000) = 0,034$  А = 34 мА. Это опасная величина.

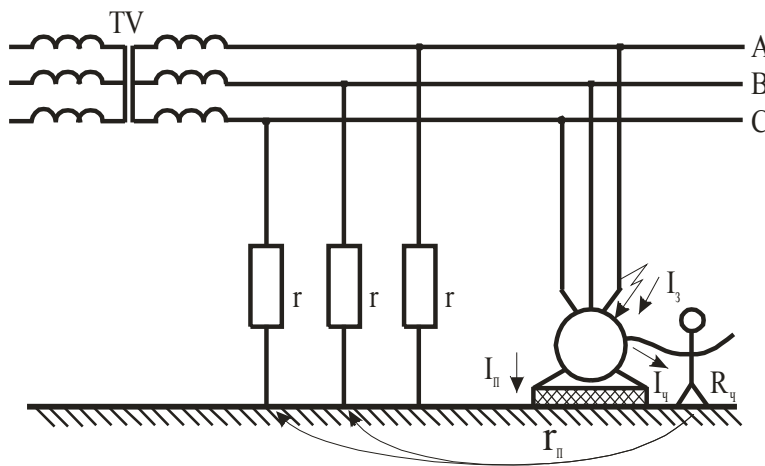


Рис. 1. Схема прикосновения человека к корпусу поврежденного электрооборудования в сети с изолированной нейтралью

Для обеспечения безопасности человека при его прикосновении к частям установки, оказавшимся под напряжением, применяют защитное заземление (рис. 2).

Защитное заземление – преднамеренное металлическое соединение какой-либо части установки, нормально не находящейся под напряжением, с землей (с заземлителем – предметом, находящимся в земле) при помощи специальных проводов, выполняемое для защиты людей от опасных напряжений прикосновения  $U_{\phi\phi}$ , появляющихся при нарушениях изоляции установки.

При помощи защитного заземления создается постоянное электрическое соединение корпуса токоприемника с заземляющим устройством такого малого сопротивления  $r_{\Sigma}$ , при котором параллельное присоединение человека к цепи заземления в слу-

чае повреждения изоляции оборудования не может вызвать прохождения через тело человека тока опасной величины.

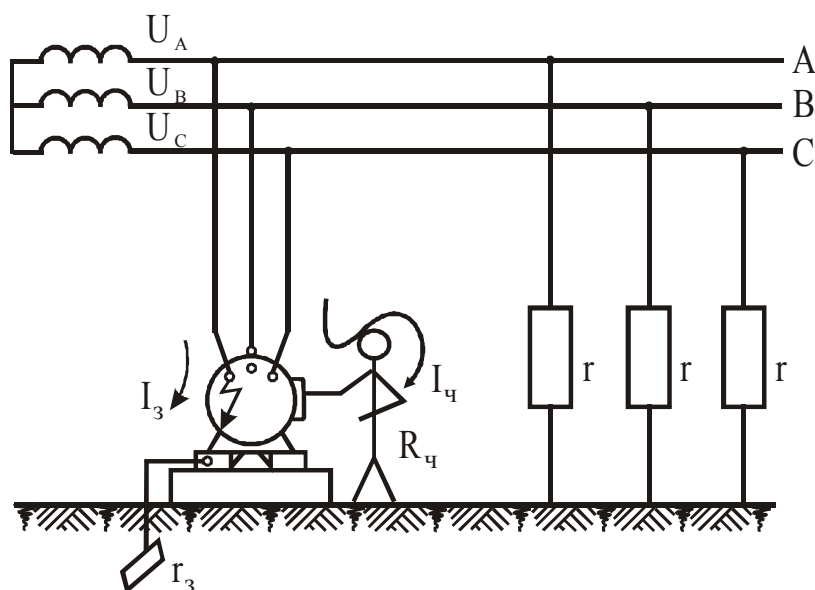


Рис. 2. Прикосновение человека к корпусу заземлённого оборудования с поврежденной изоляцией

При наличии защитного заземления ток замыкания на землю  $I_\zeta$  при повреждения изоляции оборудования (при  $r_\zeta = 2$  Ом,  $r = 30$  кОм) в сети с  $U_n = 660$  В) составит  $I_\zeta = 3 \cdot 380 / (3 \cdot 2 + 30000) = 0,038$  А = 38 мА. При таком токе корпус находится под потенциалом  $U_\epsilon = I_\zeta \cdot r_\zeta = 0,038 \cdot 10 = 0,38$  В и прикосновение к нему вызывает прохождение тока  $I_\div = U_{i\delta} / R_\div = 0,38 / 1000 = 0,38$  мА.

Здесь  $U_{i\delta}$  – напряжение прикосновения, равное потенциалу корпуса относительно земли. К этому результату можно прийти иначе. Т. к.  $U_\epsilon = U_{i\delta}$ , то  $I_\zeta \cdot r_\zeta = I_\div \cdot r_\div$ , откуда  $I_\div = I_\zeta \cdot r_\zeta / R_\div = 0,038 \cdot 10 / 1000 = 0,38$  мА.

**Ток через человека во столько раз меньше тока через заземлитель, во сколько раз сопротивление человека больше сопротивления заземлителя.**

Безопасный ток через человека  $I_\div = 0,02$  А и возможное наибольшее значение сопротивления его тела  $R_\div = 2000$  Ом определяют максимальное значение безопасного напряжения прикосновения  $U_{i\delta} = I_\div \cdot R_\div = 0,02 \cdot 2000 = 40$  В.

### *Растекание тока с заземлителя*

Вблизи заземлителя плотность тока наибольшая. По мере удаления от заземлителя сопротивление земли прохождению тока быстро падает и на расстоянии 20 м от заземлителя ток растекается по столь большому объему земли, что плотность его практически можно принять равной нулю. Земля практически уже не оказывает сопротивления прохождению тока.

Пространство вокруг заземлителя в радиусе 20 м называют «полем растекания тока в земле». Точки, лежащие на расстоянии 20 м от заземлителя и далее, принимаются за точки с нулевым потенциалом.

Ток растекания встречает на своем пути два основных сопротивления: переходное сопротивление контакта между заземлителем и землей, к нему прилегающей, и сопротивление, которое земля оказывает прохождению (растеканию) тока. Переходное сопротивление контакта между заземлителем и землей даже при наличии на заземлителе слоя ржавчины настолько незначительно, что им можно пренебречь и практически сопротивление заземления определяется только сопротивлением, которое оказывает прохождению тока земля, окружающая заземлитель на участке между данным заземлителем и зоной (в радиусе 20 м). В практике принято относить сопротивление растеканию тока не к земле, а к самому заземлителю.

### *Распределение потенциалов около заземлителя*

У заземлителя на поверхности земли наблюдается наибольший потенциал. Здесь земля оказывает прохождению тока наибольшее сопротивление и происходит наибольшее падение напряжения. По мере удаления от заземлителя потенциал падает и на расстоянии 20 м не обнаруживается вовсе, принимается равным нулю (рис. 3).

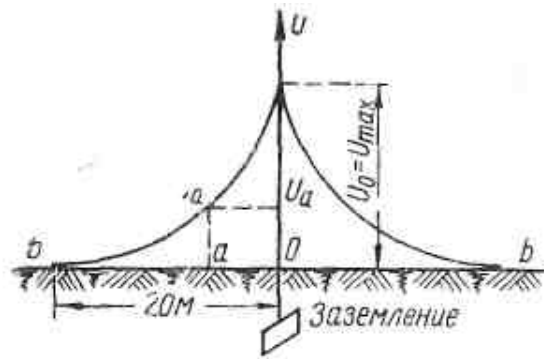


Рис. 3. Кривая распределения потенциала около заземлителя

Эта кривая показывает разность потенциалов между произвольными точками земли, отстоящими от заземлителя на расстоянии свыше 20 м и любой точкой земли внутри окружности, описанной вокруг оси заземлителя радиусом 20 м.

В зависимости от сопротивления растеканию тока грунта, окружающего заземлитель (в зависимости от состава и однородности грунта), и от конструктивного устройства заземлителя (размеров и формы) характер спада потенциала может быть более пологий или более крутой.

#### *Напряжение прикосновения около заземлителя*

Заземлённый корпус при стекании тока с заземлителя оказывается по отношению к точкам земли, удалённым далее 20 м, под напряжением, равным  $U_e = I_\phi \cdot r_\phi$ . Если же человек, соприкасающийся с корпусом поврежденного приемника, находится от заземления на меньшем расстоянии, то он подвергается действию лишь некоторой части полного напряжения заземлителя по отношению к земле. Эта часть равна разности потенциалов между заземлителем и той точкой почвы, на которой стоит человек (рис. 4).

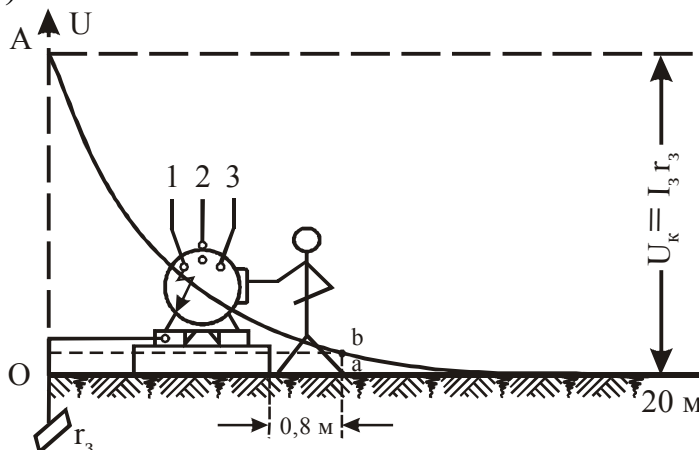


Рис. 4. Прикосновение человека к корпусу повреждённого оборудования

Наибольшее возможное удаление человека при касании рукой оборудования ограничено расстоянием 0,8 м.

На рис. 4 напряжением прикосновения является напряжение между заземленным корпусом оборудования и точкой земли, отстоящей от заземленного корпуса на 0,8 м.

Если человек, прикасаясь к приемнику тока, находится в точке  $a$ , то он подвергает себя действию напряжения, равного разности потенциалов точек  $O$  и  $a$  ( $OA-ab$ ). Наименьшее значение напряжения прикосновения, равное нулю, будет, когда человек стоит непосредственно на заземлителе (в точке  $O$ ). Наибольшее значение напряжения прикосновения выражается отрезком  $OA$ , численно равным напряжению заземленного корпуса по отношению к земле.

**Таким образом, опасность для человека представляет не напряжение заземлителя  $U_z$ , а напряжение прикосновения  $U_{np}$ , представляющее собой только часть полного напряжения заземлителя.**

### 3. УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗАЗЕМЛЕНИЙ В ШАХТАХ

«Правила безопасности в угольных шахтах» (ПБ) требуют, чтобы общее переходное сопротивление сети заземления, измеренное у любого заземлителя сети, не превышало 2 Ом.

Заземление установок осуществляется с помощью специальных заземляющих устройств, состоящих из заземлителя и заземляющих проводников. В соответствии с ПБ в шахтах устраивается общешахтная сеть заземления, состоящая из местных и главных заземлителей и соединяющих их проводников. Местными заземлителями являются заземляющие устройства, обустроенные рядом с оборудованием.

В качестве местных заземлителей могут быть:

1. Стальные полосы площадью не менее  $0,6 \text{ м}^2$ , толщиной не менее 3 мм и длиной не менее 2,5 м, уложенные в сточных канавах. Полосы следует укладывать в горизонтальном положении в углубленном месте сточной канавы на «подушку» толщиной не менее 50 мм из песка или мелких кусков породы и сверху засыпать слоем в 150 мм из такого же материала (рис. 5).



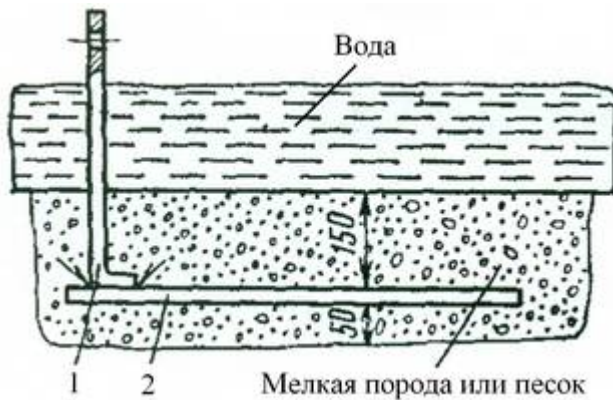


Рис. 5. Схема расположения заземлителя в сточной канаве: 1 — заземляющий проводник; 2 — заземлитель

2. В выработках, в которых нет сточной канавы, должны применяться стальные трубы диаметром не менее 30 мм и длиной не менее 1,5 м. Стенки труб должны иметь на разной высоте не менее 20 отверстий диаметром не менее 5 мм. Труба должна помещаться в шпур, пробуренный вертикально или под углом до  $30^\circ$  от вертикальной оси в любую сторону на глубину не менее 1,4 м (рис. 6).

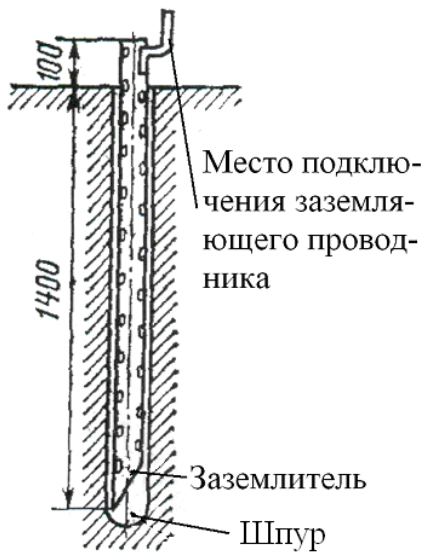


Рис. 6. Схема расположения заземлителя в шпуре

Труба, а также пространство между наружной стенкой трубы и стенкой шпура заполняются гигроскопическим материалом (песком, золой и т. п.), периодически увлажняемым.

3. Металлокрепь в виде не менее трёх смежных или отдалённых рам, соединённых между собой металлическим проводником из стали или меди сечением не менее 50 и 25 мм<sup>2</sup> соответственно и имеющих связь с другими рамами крепи посредством распорных элементов. Дополнительным заземлителем для УЗО можно использовать одну раму, отстоящую от рам местного заземлителя не менее 5 м (рис. 7).

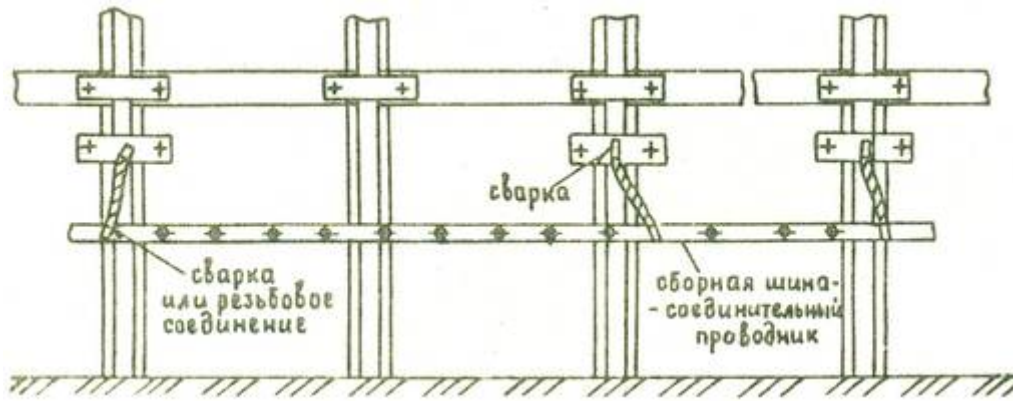


Рис. 7. Пример устройства местного заземлителя с использованием сборной шины в качестве соединительного проводника

4. Анкерная крепь, используемая в качестве местных заземлителей, должна быть выполнена без видимых разрывов по длине выработки не менее 10 метров, и иметь контакт металлических подхватов и затяжек с горными породами. Допускается применять для заземления анкерную крепь, установленную как в кровле, так и в бортах выработок. Запрещается использовать для заземления отдельные анкера, не связанные между собой стальными затяжками или сетками (рис. 8).

Для устройства местного заземления используется не менее двух анкеров, установленных на разных подхватах на расстоянии не менее 1,5 м друг от друга. Анкера соединяются между собой металлическим проводником необходимого сечения и имеют связь с другими анкерами посредством металлической затяжки.

Дополнительным заземлителем для УЗО может служить один анкер, расположенный не ближе 5 м от анкеров местного заземления.

Подготовка крепи для использования её в качестве заземлителя должна производиться горнорабочими и электрослесарями, прошедшими обучение и проверку знаний по устройству местных заземлителей с помощью анкерной крепи.

Рекомендации по устройству и применению местных заземлителей с использованием анкерной крепи могут быть выданы Государственным Восточным научно-исследовательским институтом по безопасности работ в горной промышленности (ВостНИИ) только на основе проведенных исследований.

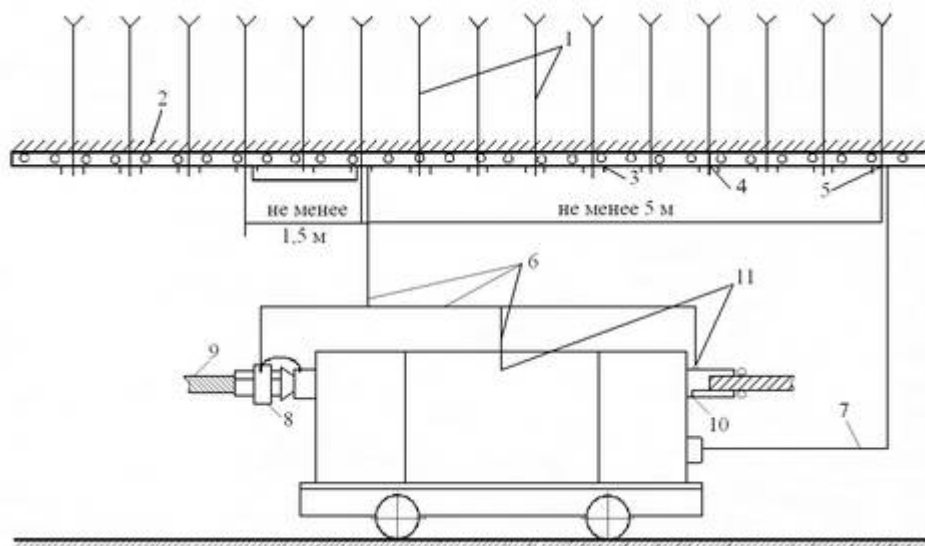


Рис. 8. Схема заземления передвижной трансформаторной подстанции с помощью анкерной крепи:

1 – анкера; 2 – металлическая затяжка; 3 – подхват (швеллер, полоса и т. д.); 4 – натяжная гайка; 5 – дополнительная гайка; 6 – заземляющие проводники; 7 – дополнительный заземлитель встроенного реле утечки; 8 – хомут; 9 – броня кабеля; 10 – внутренний заземляющий зажим; 11 – наружные заземляющие зажимы

К корпусам электрооборудования заземляющие проводники должны присоединяться с помощью специальных болтов или шпилек, предусмотренных для этой цели на корпусе электрооборудования. В качестве заземляющих проводников следует применять только неизолированные проводники. Эти проводники и места их соединений должны быть доступны для осмотра.

Местные заземлители должны устраиваться в следующих пунктах:

а) в каждой распределительной или трансформаторной подстанции, а также в каждой электромашинной камере, за исключением центральной подземной подстанции и околоствольных электромашинных камер, заземляющие контуры которых соединены с главными заземлителями заземляющими проводниками;

б) у каждого стационарного или передвижного распределительного пункта, кроме распределительных пунктов, установленных на платформах, ежесуточно перемещающихся по рельсам;

в) у каждого индивидуально установленного выключателя или распределительного устройства;

г) у каждой кабельной муфты. Допускается для сети стационарного освещения устраивать местное заземление не для каждой муфты или светильника, а через каждые 100 м кабельной сети;

д) у отдельно установленных машин.

ПБ при подземных разработках требуют также заземления трубопроводов, нетоководующих рельсов, сигнальных тросов, тросов для подвески вентиляционных труб и других металлических частей, расположенных в выработках, в которых имеется электрооборудование.

При установке одного заземлителя на группу заземляемых объектов должны применяться сборные заземляющие проводники (шины), выполняемые из стали или меди с минимальным сечением соответственно 50 или 25 мм<sup>2</sup>. Эти сборные шины соединяются к местному заземлителю с помощью полосы (троса). Требования к материалу и сечению полосы те же, что и к сборным шинам.

Каждый подлежащий заземлению объект должен присоединяться к сборным заземляющим проводникам (шинам) или заземлителю при помощи отдельного ответвления из стали сечением не менее 50 мм<sup>2</sup> или из меди сечением не менее 25 мм<sup>2</sup>. Для устройств связи допускается присоединение аппаратуры к заземлителям стальным или медным проводом сечением соответственно не менее 12 и 6 мм<sup>2</sup>.

Заземление должно быть выполнено так, чтобы при отсоединении отдельных аппаратов и машин от заземления не нарушалось заземление остального оборудования.

Последовательное присоединение заземляемых объектов к сборным заземляющим проводникам или заземлителям запрещается, кроме кабельных муфт и светильников в сети стационарного освещения.

В качестве главных заземлителей применяются стальные полосы площадью не менее 0,75 мм<sup>2</sup>, толщиной не менее 5 мм и длиной не менее 2,5 м, уложенные в зумпфе, водосборнике или специальном колодце.

Общешахтная сеть заземления собирается путём электрического соединения друг с другом всех металлических корпусов

электрооборудования с помощью брони и свинцовых оболочек бронированных кабелей и заземляющих жил гибких кабелей и подключения к ним местных и главных заземлителей.

**Необходимость создания общешахтной сети заземления вызвана тем, что сопротивление местного заземлителя не всегда удовлетворяет требованию ПБ ( $r_z \leq 2 \text{ Ом}$ ).**

Схема общешахтной сети заземления представлена на рис. 9.

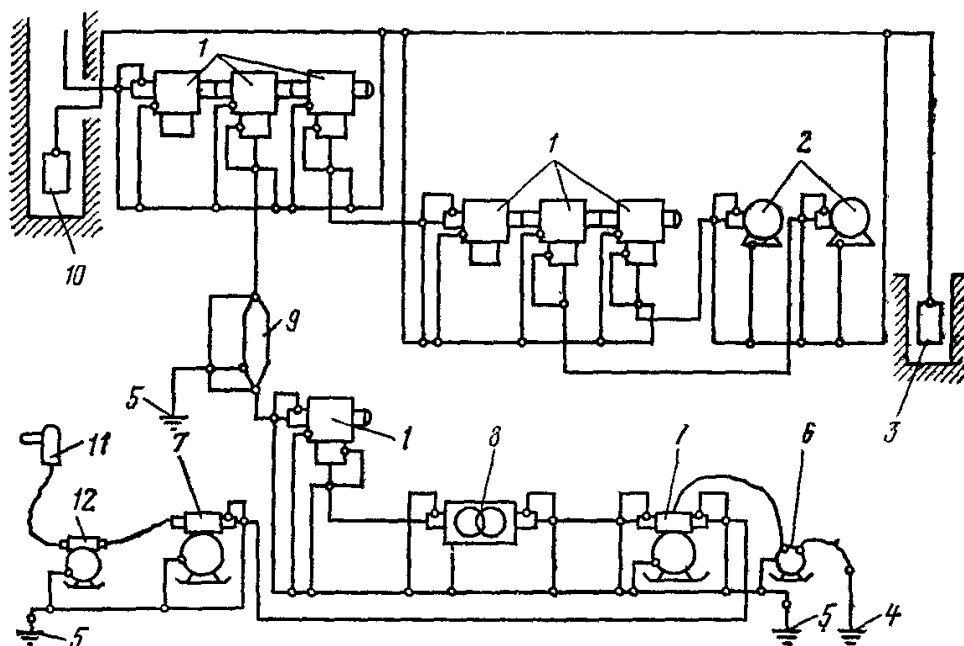


Рис. 9. Принципиальная схема заземляющей сети в шахте:

1 – комплектные распределительные устройства (КРУ); 2 – электродвигатели насосов; 3 – главный заземлитель в водосборнике; 4 – дополнительный заземлитель реле утечки; 5 – местные заземлители; 6 – реле утечки; 7 – автоматический выключатель; 8 – трансформатор; 9 – кабельная муфта; 10 – главный заземлитель в зумпфе; 11 – комбайн; 12 – магнитный пускатель

Устраивается не менее двух главных заземлителей в разных местах, резервирующих друг друга на время осмотра, чистки, ремонта одного из них. Чаще всего главные заземлители размещаются в зумпфе и водосборнике.

Из рис. 9 видно, что при устройстве общешахтной сети заземления местные заземлители и главные заземлители включа-

ются параллельно, поэтому общее сопротивление сети заземления оказывается меньше сопротивления отдельных местных заземлителей. Этим выполняется требование ПБ – общее сопротивление заземляющей сети у каждого заземлителя  $r_{\Sigma} \leq 2 \text{ Ом}$ .

Важным требованием к общешахтной сети заземления является её целостность. При обрывах в ней могут появиться участки с повышенным потенциалом. Прикосновения к ним могут быть опасны.

В качестве проводников, связывающих местные и главные заземлители, должны использоваться стальная броня и свинцовая оболочка бронированных кабелей, заземляющие жилы гибких кабелей или другие проводники.

Оборудование с присоединенным бронированным кабелем должно быть снабжено перемычками (кабель – корпус и кабель – местный заземлитель) из стали сечением не менее  $50 \text{ мм}^2$  или из меди сечением не менее  $25 \text{ мм}^2$ , посредством которых осуществляется непрерывность общешахтной сети.

### *Требования ПБ к выполнению заземляющих устройств*

Для обеспечения надежности электрических контактов в цепях заземления и механической прочности заземляющей проводки необходимо выполнять следующие требования:

а) присоединение заземляющих проводников к заземлителям должно осуществляться, как правило, сваркой, выполняемой на поверхности;

б) присоединение заземляющих проводников к корпусам машин и аппаратов и к различным конструкциям, которые в процессе эксплуатации подвергаются перемещению, замене и т. п., должно выполняться с помощью специальных заземляющих зажимов (болтов, шпилек), предусмотренных для этой цели на корпусах электрооборудования и конструкциях;

в) присоединение заземляющих проводников к заземляющей шине желательно производить сваркой или другими равноценными способами.

Болтовое соединение заземляющих проводников должно удовлетворять следующим требованиям:

- диаметр зажима должен быть не менее 8 мм;
- контактные поверхности должны быть не менее площади шайбы для принятого болта и должны быть зачищены;
- болты и гайки должны быть снабжены пружинными шайбами или контргайками.

Заземляющие проводники и места их соединений должны быть доступны для осмотра.

### *Заземление стационарных электроустановок*

1. Заземление металлических оболочек электрооборудования, кабелей переменного и постоянного тока и других подлежащих заземлению конструкций, установленных в распределительных пунктах (РП) и подстанциях, осуществляется соединением всех заземляемых объектов (независимо от рода тока) с общим контуром заземления, оборудованным в подстанции и РП и присоединенным к местному заземлителю и общешахтной сети заземления.

Заземляющий контур в камере тяговой подстанции электровозной контактной откатки должен быть также присоединен к токоведущим рельсам, используемым в качестве обратного провода контактной сети, или к соединенному с рельсами отрицательному полюсу источника постоянного тока.

2. Заземление корпусов электрооборудования должно осуществляться с помощью наружного заземляющего зажима, к которому должен присоединяться проводник сети заземления. Примеры заземления отдельных видов электрооборудования приведены на рис. 10 и 11.

3. На скребковых и ленточных конвейерах, перегружателях и т. п., имеющих непосредственное металлическое соединение с электрооборудованием, например с приводным электродвигателем, разрешается производить заземление только электрооборудования.

4. Заземление оболочек электрооборудования, кабелей и кабельной арматуры постоянного тока, относящихся к контактной тяговой сети, осуществляется присоединением заземляемых обо-

лочек к рельсам, используемым в качестве обратного провода указанной сети.

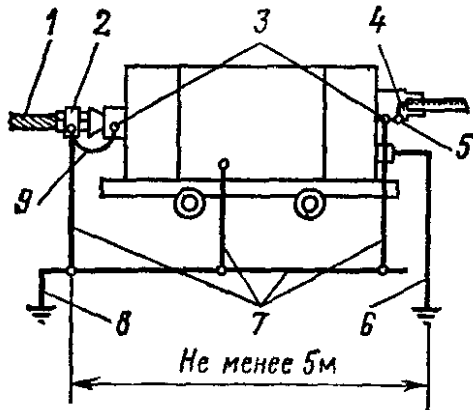


Рис. 10. Схема заземления передвижной трансформаторной подстанции:

1 – броня кабеля; 2 – хомут; 3 – наружные заземляющие зажимы; 4 – заземляющая жила гибкого кабеля; 5 – внутренний заземляющий зажим; 6 – дополнительный заземлитель встроенного реле утечки; 7 – заземляющие проводники; 8 – местный заземлитель; 9 – перемычка

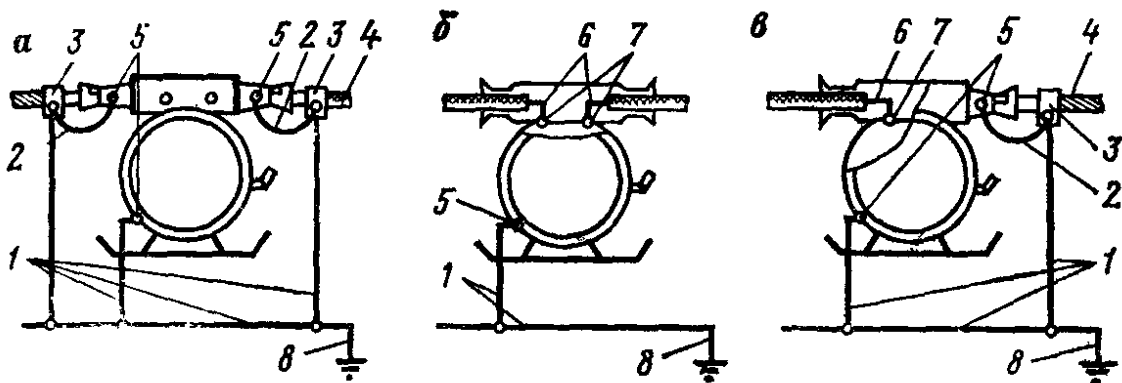


Рис. 11. Схемы заземления отдельно установленных аппаратов:

а – при присоединении бронированных кабелей; б – при присоединении гибких кабелей; в – при присоединении бронированного и гибкого кабелей: 1 – заземляющие проводники; 2 – перемычки; 3 – хомуты; 4 – броня кабеля; 5 – наружные заземляющие зажимы; 6 – заземляющие жилы гибких кабелей; 7 – внутренние заземляющие зажимы; 8 – местный заземлитель

Аналогичным образом осуществляется заземление корпусов электрооборудования переменного тока, имеющего металлическую связь с токоведущими рельсами электровозной контактной откатки (например, привод стрелочного перевода с электродвигателем переменного тока). При этом соединение корпусов с общей



сетью заземления не допускается, а при применении для такого электрооборудования бронированных питающих кабелей оболочки и броня последних должны быть изолированы как от корпусов металлических конструкций, так и от токоведущих рельсов. Заземление оболочек таких кабелей и их арматуры со стороны источника питания должно осуществляться путем соединения с общешахтной сетью заземления.

5. Присоединение заземляющих проводников к рельсам производится с помощью специальных зажимов либо с помощью сварки.

6. Запрещается присоединять к токоведущим рельсам трубопроводы, нетоковедущие рельсы и другие металлические предметы и конструкции.

### *Заземление кабельных муфт*

1. Присоединение заземляющего проводника к кабельной муфте осуществляется с помощью заземляющего зажима на ее корпусе, а к свинцовой оболочке и стальной броне кабеля – с помощью стального хомута (рис. 12).

2. Для заземления кабеля, имеющего свинцовую оболочку и стальную броню, при его разделке необходимо надрезать свинцовую оболочку вдоль кабеля с двух сторон, отогнуть образовавшиеся ленты на  $180^\circ$  и вплотную приложить их к стальной броне кабеля, предварительно очистив места соприкосновения свинцовых лент, брони и хомута.

3. На выпущенные из муфты свинцовые ленты надевается стальной хомут шириной не менее 25 мм с присоединенным к нему заземляющим проводником. Хомуты двух отрезков кабелей, расположенных по обе стороны соединительной муфты, должны иметь между собой и корпусом муфты соединение, осуществляемое с помощью стальной перемычки сечением не менее  $50 \text{ мм}^2$  или медной перемычки сечением не менее  $25 \text{ мм}^2$ .

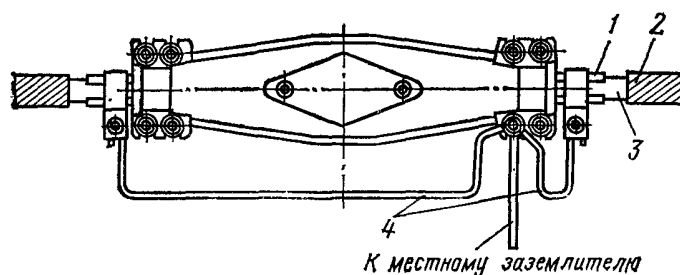


Рис. 12. Схема заземления соединительной муфты:

1 – свинцовая оболочка; 2 – защитный покров; 3 – стальная броня; 4 – перемычка (выполняется цельным проводником)

Для осветительных соединительных муфт, соединительных муфт контрольных кабелей и телефонных аппаратов допускаются перемычки сечением  $12 \text{ мм}^2$  из стали или  $6 \text{ мм}^2$  из меди.

4. Присоединение заземляющего проводника к соединительной муфте и к оболочкам соединяемых муфтой кабелей показано на рис. 12.

При отсутствии местного заземлителя необходимо устанавливать две перемычки с отдельными хомутами, обеспечивающими соединение оболочек соединяемых кабелей между собой и с корпусом муфты.

### *Заземление передвижного и переносного электрооборудования*

1. Заземление передвижного и переносного электрооборудования должно осуществляться путем соединения его корпусов с общешахтной сетью заземления посредством заземляющих жил кабелей.

Заземляющие жилы кабелей присоединяются к внутренним заземляющим зажимам кабельных вводов, предусмотренным в этом электрооборудовании и в соответствующей пусковой аппаратуре.

2. Для передвижных машин и забойных конвейеров должен обеспечиваться непрерывный автоматический контроль заземления путем использования заземляющей жилы в цепи управления, например по схеме, приведенной на рис. 13. Допускается не предусматривать автоматический контроль заземления для передвижных машин и забойных конвейеров, имеющих два и более

привода, заземление электродвигателей которых осуществляется не менее чем двумя заземляющими жилами разных силовых кабелей.



Рис. 13. Принципиальная схема автоматического контроля заземления передвижной машины при вынесенном пульте управления:

1 – трансформатор цепи управления; 2 – промежуточное реле; 3 – блок-контакт пускателя; 4 – кнопка «Ход»; 5 – кнопка «Стоп»; 6 – диод управления; 7 – сопротивление нулевой защиты; 8 – внутренние заземляющие зажимы; 9 – электродвигатель

### *Заземление трубопроводов*

1. Для заземления металлических трубопроводов должны использоваться местные заземлители электроустановок. При этом заземляющий проводник присоединяется к трубопроводу при помощи стального хомута. Контактные поверхности трубопровода и хомута должны быть зачищены. Для присоединения заземляющих проводников допускается использование крепежных болтов трубопроводов и других конструкций.

2. Заземление металлических вентиляционных труб и трубопроводов сжатого воздуха в выработках, где не применяется электроэнергия, должно осуществляться в начале и в конце воздухопроводов с помощью местных заземлителей.

3. Заземление металлических деталей (крючков, колец, петель, спиралей и т. п.), предусмотренных в конструкции воздухопроводов из гибких вентиляционных труб, должно осуществлять-

ся путем подвешивания их на металлическом заземленном с обоих концов тросе или проводе диаметром не менее 5 мм.

В тупиковых выработках, проводимых в условиях многолетней мерзлоты, заземление троса (провода) допускается производить только на одном конце, используя магистраль заземления.

4. Для заземления параллельных, пересекающихся или сближенных воздухопроводов допускается использование общих заземлителей и общих магистральных проводов. Если на расстоянии не более 100 мм от воздухопровода расположены металлические конструкции, то они должны быть присоединены к заземлению воздухопровода.

5. Сопротивление заземляющей цепи, предназначенное только для защиты от статического электричества, должно быть не более 100 Ом.

### *Осмотр и измерение сопротивления защитных заземлений*

1. В начале каждой смены обслуживающий персонал должен производить наружный осмотр всех заземляющих устройств. При этом проверяется целостность заземляющих цепей и проводников, состояние контактов и т. п. Электроустановку разрешается включать только после проверки исправности ее заземляющего устройства. После каждого, даже мелкого, ремонта электрооборудования необходимо проверить исправность его заземления.

2. Не реже одного раза в 3 месяца должен производиться наружный осмотр всей заземляющей сети шахты. Одновременно с этим необходимо измерять общее сопротивление заземляющей сети у каждого заземлителя. Результаты осмотра и измерений должны заноситься в «Книгу регистрации состояния электрооборудования и заземления».

3. При осмотре заземлений особое внимание следует обращать на непрерывность заземляющей цепи и состояние контактов. При ослаблении и окислении контактов необходимо зачистить все контактные поверхности, подтянуть болтовые соединения и проверить механическую прочность контактов. Механическая прочность контактов должна проверяться и перед измерением сопротивления заземлений.

4. Не реже одного раза в 6 мес. главные заземлители, располагаемые в зумпфе и водосборнике, должны подвергаться осмотру и ремонту.

В «Книге регистрации состояния электрооборудования и заземления» допускается делать одну запись, независимо от числа единиц электрооборудования, присоединенного к одному заземлителю.

#### **4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

В отчете необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Назначение защитных заземлений.
2. Каким образом можно обеспечить безопасное значение тока через человека при его прикосновении к корпусу электрооборудования с поврежденной изоляцией?
3. Типы местных заземлителей и правила подключения к ним электрооборудования.
4. Необходимость создания общешахтной сети заземления.
5. Как и для чего осуществляется непрерывность сети заземления в шахте?
6. Как заземляется передвижное электрооборудование?
7. Как заземляется стационарное электрооборудование?

## **СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Пивняк, Г. Г. Электрификация горных работ / под ред. Г. Г. Пивняк. – М.: Недра, 1992.
2. Правила безопасности в угольных шахтах. ПБ 05-618-03. М.: ГУП «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2003.
3. Губко, А. А. Электрооборудование и электроснабжение горных предприятий / А. А. Губко, Е. А. Губко. – 2-е изд. – М., 2008. – 530 с.

СОСТАВИТЕЛЬ  
Владислав Михайлович Друй

## ЗАЩИТНЫЕ ЗАЗЕМЛЕНИЯ В ШАХТЕ

Методические указания по дисциплине «Электрооборудование и электроснабжение горного производства» специальности «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых» и «Горные машины и комплексы» всех форм обучения

Рецензент В. И. Масорский  
Печатается в авторской редакции  
Подписано в печать 08.06.2011. Формат 60х84/16.  
Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе. Уч.-изд. л. 1,1.  
Тираж 86 экз. Заказ \_\_\_\_\_.  
ГУ КузГТУ, 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.  
Типография ГУ КузГТУ, 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4А.