

УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ С ЗАЗЕМЛЯЮЩИМИ ПРОВОДАМИ.

Авторы: *Arlie B. Massey*

Автор перевода: *Бильдей Е.Е.*

Источник: *U. S. Department of Labor Mine Safety and Health Administration
Office of Technical Support Approval and Certification Center Electrical Safety
Division Technical Paper*

Предмет

Предметом данного аналитического отчета является ознакомление инспекторов MSHA (Управление по безопасности и охране труда в добывающей промышленности) с основами разработки устройств защиты с заземляющими проводами, описанием типов устройств защиты с заземляющими проводами, и принципом работы устройств защиты с заземляющими проводами для обеспечения постоянного действия заземляющих проводников и обеспечения путей низкого сопротивления для тока замыкания на землю.

Основы

Использование устройств защиты с заземляющими проводами в подземных угольных шахтах определяется требованиями Горного Закона от 1969 года. Однако, главным вопросом, возникшим почти сразу же, стало то, что имеющиеся в наличии устройства защиты обеспечивали контроль только над контактами и приемниками, располагавшимися в перемычках на силовом узле. До разработки и внедрения технологически функциональных устройств защиты в 1975 году, имели место несколько смертельных случаев.

Если обратиться к пункту 30CFR, будет видно, что устройствам защиты с заземляющими проводами посвящено несколько разделов. Это разделы:

18.47(d)(2) Допустимое оборудование переменного тока напряжением от 661 до 4160 вольт; устанавливается находящаяся под постоянным

контролем, отказоустойчивая система заземления, обеспечивающая потенциал заземления для корпуса оборудования и всего сопутствующего оборудования.

75.803 Отказоустойчивые цепи заземления на высоковольтных заземленных системах сопротивления; на 30 сентября 1970 года и далее, высоковольтные заземленные системы сопротивления должны включать в себя отказоустойчивые цепи заземления для непрерывного контроля цепи заземления, чтобы обеспечить непрерывность и размыкание прерывателя тока отказоустойчивой цепью заземления, при повреждении контрольного провода заземления или провода контрольной цепи, либо же иное, не менее действенное устройство, допущенное Секретарем или его уполномоченным представителем, обеспечивающее такую непрерывность, за исключением разрешения Секретарем продления времени, не превышающего 12 месяцев, для конкретной шахты, если он устанавливает, что данное оборудование отсутствует.

75.803-2; Системы контроля заземления без провода контрольной цепи, с разрешения Секретаря; системы контроля заземления без провода контрольной цепи требуют разрешения Секретаря. Системы контроля заземления без провода контрольной цепи будут допущены только в том случае, если определено, что система имеет отказоустойчивую конструкцию, обеспечивающую размыкание прерывателя тока при разрыве непрерывности заземления.

75.902 Низко- и средневольтные цепи контроля заземления; на 30 сентября 1970 года и далее, низко- и средневольтные заземленные системы сопротивления должны включать в себя отказоустойчивые цепи заземления для непрерывного контроля цепи заземления, чтобы обеспечить непрерывность и размыкание прерывателя тока отказоустойчивой цепью заземления, при повреждении контрольного провода заземления или провода контрольной цепи, либо же иное, не менее действенное устройство, допущенное Секретарем или его уполномоченным представителем,

обеспечивающее такую непрерывность, за исключением разрешения Секретарем продления времени, не превышающего 12 месяцев, для конкретной шахты, если он устанавливает, что данное оборудование отсутствует. Кабельные ответвители должны иметь такую конструкцию, которая обеспечивает разрыв проводящего кабеля непрерывного контроля заземления в первую очередь, и разрыв проводящих кабелей заземления в последнюю очередь, при отсоединении ответвителя.

75.902-2 Допущенные системы контроля заземления без провода контрольной цепи; Системы контроля заземления без провода контрольной цепи будут допущены только в том случае, если определено, что система имеет отказоустойчивую конструкцию, обеспечивающую размыкание прерывателя тока при разрыве непрерывности заземления.

Также, при изучении Руководства по Положениям, обнаруживается, что для каждого из данных разделов приводятся дальнейшие пояснения и/или сведения, касающиеся применения устройств защиты с заземляющими проводами. Сведения таковы:

75.803 Отказоустойчивые Контрольные Цепи Заземления при Высоком Напряжении; Контрольные цепи систем с нейтралью, заземлённой через сопротивление, должны иметь схему, обеспечивающую размыкание прерывателя тока для обеспечения безопасного надежного пути тока утечки при возникновении какого-либо из следующих событий:

1. Нарушение в любой точке контрольного провода заземления, либо
2. Нарушение в любой точке проводящего провода заземления.

Если имеются параллельные пути с низким сопротивлением, которые предотвращают пуск цепью контроля заземления реле контроля заземления при нарушении в проводящем проводе заземления, контрольная цепь заземления должна приниматься как выполнение требования данного Раздела, если контрольная цепь заземления предназначена для размыкания прерывателя тока в случае увеличения сопротивления цепи заземления за пределы значения, необходимого для срабатывания 100-вольтного падения

напряжения извне по отношению к заземляющему резистору в течение действия состояния отказа.

Следующий метод может быть разрешен к применению персоналом энергетической инспекции в качестве альтернативного метода обеспечения непрерывности действия безопасного, надежного пути тока утечки для цепей с заземлением через сопротивления, с распространением на постоянно установленное, стационарное оборудование, расположенное на поверхности:

1. Цепь заземления идет от заземленной стороны резистора заземления, и проходит вдоль силовых проводов; она служит в качестве провода заземления для корпусов всего оборудования, получающего ток от цепи.

2. Вторая цепь заземления соединяет корпуса стационарного оборудования с полем заземления низкого сопротивления, расположенного возле точки потребления.

3. Сопротивления резистора заземления и сопротивление поле заземления поддерживаются таким образом, что между корпусом оборудования и заземлением возникает напряжение не более 100 вольт в состоянии неисправности при повреждении провода заземления.

75.803-2 Допущенные системы контроля заземления без провода контрольной цепи, допущенные Секретарем; Беспроводные контрольной цепи заземлением не должны допускаться к применению, если данные цепи не протестированы и не аттестованы Службой Технической Поддержки.

75.902 Низко- и средневольтные цепи контроля заземления; Для определения соответствия контрольных цепей заземления в низко- и средневольтных системах, подающих ток только на стационарное оборудование, должны использоваться следующие критерии.

1. Если используется управляющий провод заземления, цепь контроля заземления выполняет расцепление прерыватель тока при неисправности управляющего провода заземления.

2. Цепь контроля заземления выполняет расцепление прерыватель тока при неисправности управляющего провода заземления в любой точке цепи заземления. Если имеются параллельные пути для тока утечки и индикации тока, контрольная цепь заземления будет считаться приемлемой, при условии, что она в состоянии выполнить размыкание прерывателя тока в случае увеличения сопротивления цепи заземления за пределы значения, необходимого для срабатывания 40-вольтного падения напряжения в цепи заземления, находящейся извне по отношению к заземляющему резистору в течение действия состояния отказа.

3. Электрический ток в контрольной цепи заземления вызовет срабатывание реле контроля заземления.

Контрольные цепи заземления, соответствующие вышеуказанным критериям функциональности, считаются не менее эффективным устройством обеспечения непрерывности провода заземления в цепях, идущих только к надлежащим образом установленному стационарному оборудованию.

Для определения соответствия контрольных цепей заземления в низко- и средневольтных системах, подающих ток на самоходное оборудование, должны использоваться следующие критерии:

1. Если используется управляющий провод заземления, цепь контроля заземления выполняет расцепление прерыватель тока при неисправности управляющего провода заземления.

2. Цепь контроля заземления выполняет расцепление прерыватель тока при неисправности управляющего провода заземления в любой точке цепи заземления. Если имеются параллельные пути для тока утечки и индикации тока, контрольная цепь заземления будет считаться приемлемой, при условии, что она в состоянии выполнить размыкание прерывателя тока в случае увеличения сопротивления цепи заземления за пределы значения, необходимого для срабатывания 40-вольтного падения напряжения в цепи

заземления, находящейся извне по отношению к заземляющему резистору в течение действия состояния отказа.

3. Устройство контроля заземления должно иметь отказоустойчивую конструкцию. "Отказоустойчивая" означает, что выход из строя какого-либо компонента, иного, нежели релейные контакты, не должна блокировать расцепление прерывателя тока контрольной цепью заземления при возникновении состояний, указанных в критерии 1 и 2, если контрольная цепь заземления предназначена для расцепления прерывателя тока в случае возникновения данных неполадок.

Контрольные цепи заземления, принятые Службой Технической Поддержки, имеют присвоенный MSHA номер приемки. Контрольные устройства заземления, не имеющие номера приемки MSHA. Будут временно приемлемыми при условии выполнения двух первых критериев. MSHA получить подобное устройство, и проанализирует "отказоустойчивость" его конструкции.

Если в силовом узле установлено устройство дугогашения, контрольная цепь заземления должна подключаться к стороне машины на устройстве. Контроль через устройство дугогашения выполняет предварительную загрузку устройства и снижает его эффективность при погашении дуги, возникающей между машинами, а также может вызвать неверное срабатывание контрольной цепи заземления.

Какое-либо устройство, вставленное в провод заземления (включая устройство дугогашения и устройство подавления с параллельным путями) будет иметь мощность короткого замыкания не меньше, чем эта же мощность провода заземления, в котором оно установлено. Служба Технической Поддержки MSHA выполняет проверку данных устройств для определения их мощность короткого замыкания. Если в силовом узле или распределительной коробке установлено устройство дугогашения или устройство подавления с параллельным путями, а разъем для цепи не изолирована от металлического корпуса силового узла либо

распределительной коробки, провод заземления цепи должен быть изолирован через разъем и подключенный к нему штекер. Это необходимо для предотвращения закорачивания устройства дугогашения или устройства подавления с параллельным путями.

Тем не менее, металлические оболочки штекера и разъема должны быть заземлены. Обычно разъем заземляется путем его непосредственного крепления болтами на силовой узел или распределительную коробку. Однако штекер должен быть заземлен на металлический корпус силового узла распределительной коробки внешним заземляющим шунтом или отдельным внутренним проводом заземления в разъеме и штекере. Заземляющий шунт или провод заземления должны иметь размеры согласно Разделу 75.701-4. В некоторых случаях, разъемы изолированы от металлических корпусов силовых узлов для предотвращения закорачивания устройства дугогашения или устройства подавления с параллельным путями. В этих случаях, и разъемы, и относящиеся к ним штекеры должны быть заземлены на провода заземления в кабелях. Во всех случаях, металлические оболочки обеих половин встроенных ответвителей должны быть заземлены на провода заземления в кабелях.

При использовании беспроводных контрольных цепей заземления, для всех кабельных ответвителей (включая встроенные кабельные ответвители), должен устанавливаться контур блокировки для обеспечения отключения силового узла при отсоединении ответвителя. Обычно, в кабельном ответвителе соединяются друг с другом стержни управления, для обеспечения блокировки для расцепления прерывателя тока.

Способы прокладки проводов в разъемах силового узла и кабельных ответвителях не должны вызывать неэффективность действия контрольных цепей заземления. Стержни управления кабельных ответвителей не должны соединяться друг с другом при подключении одного или двух стержней управления к заземлению системы.

Следующие положения могут быть одобрены Начальником Округа в качестве не менее эффективного способа обеспечения непрерывности заземляющих цепей постоянно установленного стационарного оборудования.

1. Второй провод заземления, имеющий размер согласно пункту 30 CFR 75.701-4 , и видимый по всей его длине, если применимо, должен идти от источника питания на заземленную сторону заземляющего резистора до корпуса стационарного оборудования.

2. Кабель подачи питания на стационарное оборудование имеет экранированное исполнение или стальное армирование, а экран или армирование имеют заземление на обоих концах.

Заземленные через сопротивление цепи идут до стационарного низко- или средневольтного трехфазного оборудования, расположенного на поверхности, и не требующего наличия контрольных цепей заземления.

75.902-2 Допущенные системы контроля заземления без провода контрольной цепи; Данный Раздел требует допуска MSHA для всех беспроводных контрольных цепей заземления; отсюда, будут приниматься только беспроводные контрольные устройства заземления с номером приемки MSHA.

Один дополнительный раздел, 75.524 по дугообразованию между машинами, также должен быть учтен при установке устройств защиты с заземляющими проводами. Дугообразование между машинами может быть вызвано сигналом устройства защиты либо же оно может быть усилено за счет компонентов, подключенных к заземляющему проводу в качестве части цепи устройства защиты. По этой причине, в цепь устройства защиты должны подключаться только допущенные к использованию с устройством защиты компоненты.