

# Стандарт МЭК 60364-4-44 2007. Издание 2. Электроустановки низкого напряжения. Часть 4-44. Защита в целях безопасности. Защита от искажений напряжения и электромагнитных помех



*Л. В. Казанцева*

Окончание  
(Начало см. № 1,2 2008 г.)

## Раздел 444. Меры защиты от электромагнитных воздействий

### 444.5 Заземление и уравнивание потенциалов 444.5.1 Соединение заземляющих электродов

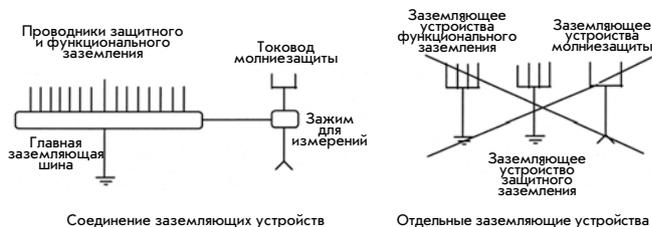
Если оборудование, осуществляющее передачу и обмен данными, размещено в нескольких зданиях, использование независимого, предназначенного для каждого отдельного здания, заземляющего устройства, присоединенного к сети уравнивания потенциалов здания, может оказаться неудовлетворительным по следующим причинам:

- заземляющие устройства оказывают друг на друга взаимное влияние, которое может приводить к неконтролируемым повышениям напряжения на оборудовании;
- взаимосвязанное оборудование может иметь различное напряжение относительно земли;
- имеется опасность поражения электрическим током, особенно в случаях перенапряжений атмосферного происхождения.

Поэтому все проводники защитного заземления и функционального заземления должны быть присоединены к одной общей главной заземляющей шине. Кроме того, относящиеся к одному и тому же зданию заземляющие устройства разного назначе-

ния, например, защитное, функциональное и молниезащиты, должны быть соединены между собой (см. рис. 13).

Для нескольких зданий, если взаимное соединение заземляющих устройств невозможно практически, рекомендуется выполнить гальваническую развязку коммуникационных сетей различных зданий, например путем применения волоконно-оптических вставок (см. также 444.4.10).



**Рис. 13. Соединение заземляющих устройств различного назначения**

Проводники защитного и функционального уравнивания потенциалов должны быть по отдельности присоединены к главной заземляющей шине таким образом, чтобы отсоединение любого одного проводника не нарушало надежности присоединения остальных проводников.

### 444.5.3 Различные схемы сетей заземления и уравнивания потенциалов

*Примечание — Пункт 444.5.2 опущен.*

Все открытые проводящие части информационного и электронного оборудования в здании соединены между собой защитными проводниками.

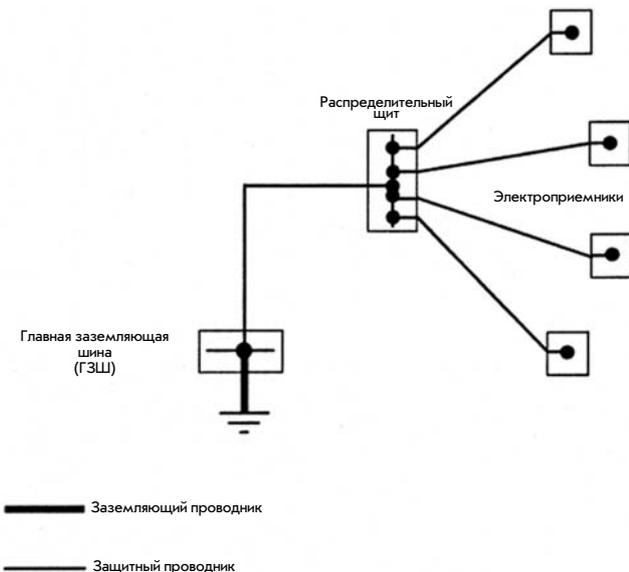
В жилых зданиях и помещениях, где количество электронного оборудования, как правило, ограничено, схема соединения защитных проводников может быть радиальной (см. рис. 14).

В производственных, коммерческих и других зданиях, содержащих большое количество электронного оборудования, для обеспечения соответствия требованиям электромагнитной совместимости оборудования различных видов применяется совмещенная система уравнивания потенциалов (см. рис. 16 и 444.3.3).

В зависимости от степени важности оборудования и его чувствительности могут быть использованы следующие четыре схемы:

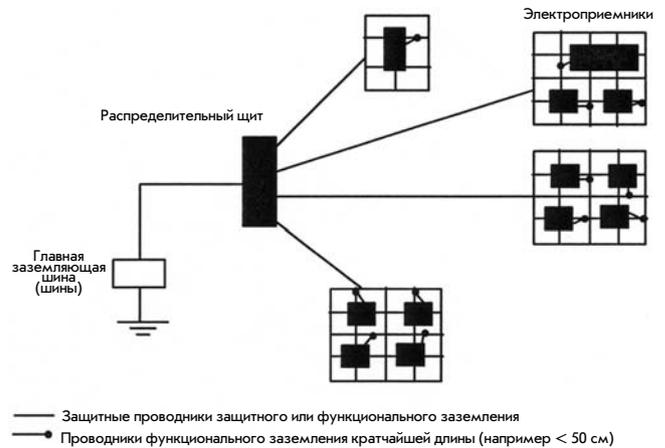
— присоединение защитных проводников к кольцевому проводнику уравнивания потенциалов (магистральной, замкнутой шине, кольцу) (см. рис. 17, верхний этаж). Кольцевой проводник предпочтительно должен быть медным, голым или изолированным и должен быть доступным для выполнения дополнительных присоединений в любом месте, что может быть обеспечено, например, использованием кабельных лотков, коробов, металлических труб, соответствующих МЭК 61386, или прокладкой по открытой поверхности. К кольцевому проводнику уравнивания потенциалов могут быть присоединены все проводники защитного и функционального заземления;

— радиальное присоединение защитных проводников. Эта схема применяется для небольших установок, размещаемых в жилых, небольших общественных, коммерческих, офисных помещениях и, как правило, для оборудования, не имеющего взаимных соединений с другими установками (см. рис. 14 и рис. 17 нижний этаж);



**Рис. 14. Пример радиального присоединения защитных проводников**

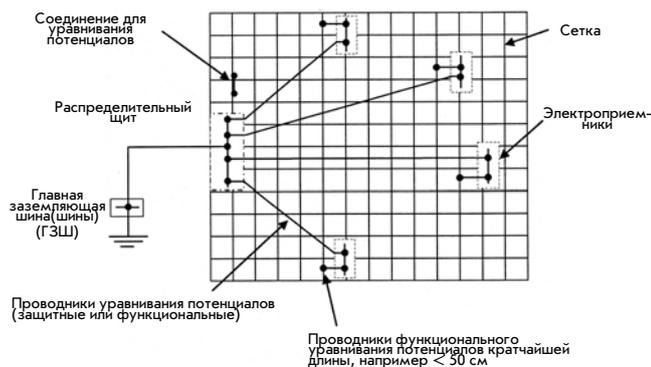
— радиальное присоединение к защитному проводнику главного распределительного щита защитных проводников отдельных локальных систем уравнивания потенциалов, выполненных в виде сетки для групп коммуникационного оборудования и способствующих понижению взаимных электромагнитных воздействий в местах установки оборудования. Такая система применяется для небольших установок, в которых коммуникационное оборудование, имеющее взаимные соединения, расположено в здании группами (см. рис. 15);



**Рис. 15. Пример радиального соединения локальных систем уравнивания потенциалов, имеющих вид сетки**

— радиальное присоединение к защитному проводнику главного распределительного щита защитных проводников отдельных групп коммуникационного оборудования, объединяемого совмещенной системой уравнивания потенциалов сетчатого типа (сеткой). Такая система применяется для зданий с высокой плотностью оборудования, чувствительного к помехам (см. рис. 16). Эффективность сетки повышается включением в нее существующих металлоконструкций здания. Дополнительно прокладываются проводники, формирующие ячейки квадратной формы. Размеры ячеек сетки, составляющей основу такой системы уравнивания потенциалов, зависят от принятой категории молниезащиты, уровня устойчивости оборудования к электромагнитным воздействиям и от диапазона частот, на которых ведется передача информационных данных. Размеры ячеек сетки должны быть также согласованы с размерами защищаемой установки, но не должны превышать 2 x 2 м в местах установки оборудования, чувствительного к электромагнитным помехам.

Эти требования действительны как для централизованных систем обработки информации, так и для локальных сетей, например учреждений АТС с входящей и исходящей связью. В необходимых случаях при наличии специальных требований на отдельных участках общей сетки размеры ячеек могут быть уменьшены.

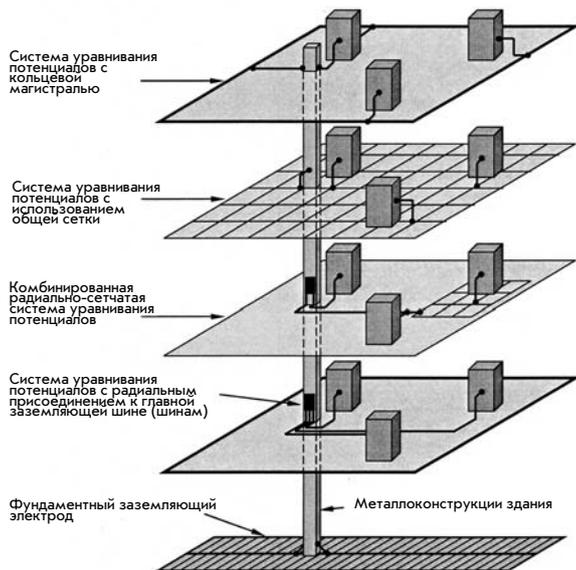


**Рис. 16. Пример радиальной схемы соединения защитных проводников оборудования в совмещенной системе уравнивания потенциалов сетчатого типа**

Размеры сетки должны охватывать всю площадь, на которой расположено оборудование. Размер ячейки выражается площадью квадрата, ограниченного проводниками, формирующими квадрат.

#### 444.5.4 Системы уравнивания потенциалов в многоэтажных зданиях

В многоэтажных зданиях рекомендуется выполнять систему уравнивания потенциалов на каждом этаже. На рис. 17 показан общий случай системы уравнивания потенциалов. Каждый этаж является примером одного из типов системы уравнивания потенциалов. Системы уравнивания потенциалов всех этажей должны быть соединены между собой не менее чем двумя вертикальными проводниками системы уравнивания потенциалов.



**Рис. 17. Примеры выполнения уравнивания потенциалов в здании без молниезащиты**

#### 444.5.5 Проводник функционального заземления

Для правильной работы некоторого электронного оборудования требуется наличие эталонного напряжения, значение которого близко потенциалу земли. Это эталонное напряжение обеспечивается проводником функционального заземления.

В качестве проводников функционального заземления могут быть использованы металлические полосы, плоские плетеные косички и кабели с концентрическим расположением жил.

Для оборудования, работающего на высоких частотах, предпочтительными являются металлические полосы или плоские косички. Длина проводников должна быть наикратчайшей.

Требования к цветовой идентификации проводников функционального заземления отсутствуют, однако для обозначения проводников функционального заземления не должно использоваться сочетание желтого и зеленого цветов, установленное для проводников защитного заземления. Рекомендуется использовать один и тот же цвет для обозначения проводников функционального заземления в пределах всей установки.

Для оборудования, работающего на низких частотах, сечения проводников, указанные в п. 544.1.1 МЭК 60364-5-54, являются достаточными, независимо от профиля сечения проводника (см. также 444.4.2, п.п.2 и 9).

#### 444.5.6 Производственные и коммерческие здания с большим количеством оборудования информационных технологий

В условиях сильных электромагнитных воздействий для понижения электромагнитных помех рекомендуется применение системы уравнивания потенциалов с использованием общей сетки (см. рис. 17), а также выполнение следующих дополнительных мер:

1) установка кольцевого проводника (магистральной) уравнивания потенциалов определенного сечения. Кольцевой проводник (магистраль) уравнивания потенциалов должен иметь:

- сечение не менее 30 x 2 мм для плоских проводников;
- диаметр не менее 8 мм для круглых проводников.

Голые проводники должны быть защищены от коррозии в местах их крепления и проходов через стены;

2) к системе уравнивания потенциалов должны быть присоединены следующие части:

- проводящие экраны, оболочки и броня кабелей, передающих информационные данные, и оболочки оборудования информационных технологий;
- заземляющие проводники антенн;
- заземляющие проводники заземленных полюсов питающих цепей постоянного тока оборудования информационных технологий;
- проводники функционального заземления.

#### 444.5.7 Функциональное заземление и уравнивание потенциалов оборудования информационных технологий

Для использования в качестве заземляющей шины функционального заземления может быть увеличена длина главной заземляющей шины здания. Это позволит присоединять оборудование информационных технологий к главной заземляющей шине здания в любой точке здания проводниками практически возможной кратчайшей длины. Если шина функционального заземления устанавливается в целях улучшения условий уравнивания потенциалов большого количества информа-

ционного оборудования в здании, она может быть выполнена в виде кольца.

Заземляющая шина может быть голой или изолированной.

Заземляющая шина должна быть установлена таким образом, чтобы доступ к ней обеспечивался по всей ее длине, например по поверхности кабельного короба.

В местах креплений и в местах прохода через стены может потребоваться защита проводников от коррозии.

Эффективность шины функционального заземления зависит от трассы ее прокладки и полного сопротивления используемого проводника. Для установок, присоединенных к питающей цепи с допустимой нагрузкой 200 А на фазу или более, поперечное сечение шины функционального заземления должно быть не менее 50 мм<sup>2</sup> по меди, а также соответствовать требованиям п. 444.4.2, п. п. 9.

**Примечание** — Это ограничение действительно для частот до 10 МГц.

Если заземляющая шина используется как часть обратного пути постоянного тока, ее сечение должно быть рассчитано на значение обратного постоянного тока. Падение напряжения, создаваемое постоянным током на каждой заземляющей шине, используемой в качестве обратного проводника, не должно превышать 1 В.

## 444.6 Разделение цепей

### 444.6.1 Общие требования

При прокладке информационных кабелей и силовых кабелей в общей системе электропроводок, например, в общих лотках, коробах, или по общей кабельной трассе необходимо соблюдать приведенные ниже требования.

Должны быть выполнены испытания соответствия требованиям электробезопасности по МЭК 60364-6-61 и/или п. 528 МЭК 60364-5-52, а также должно быть выполнено электрическое разделение цепей в соответствии с п. 413 МЭК 60364-41 и/или выполнены условия 444.7.2 настоящего стандарта.

Требования к расстояниям (разделительным воздушным промежуткам) по условиям электробезопасности и по условиям электромагнитной совместимости могут быть различными. Требования электробезопасности всегда являются приоритетными. Открытые проводящие части систем электропроводок, например оболочки, втулки, перегородки, должны быть защищены от поражения электрическим током в соответствии с требованиями п. 413 МЭК 60364-4-41.

### 444.6.2 Требования к проектированию

Расстояния между информационными кабелями и силовыми кабелями, требуемые для уменьшения электромагнитных помех, зависят от многих факторов, таких как:

а) уровень устойчивости (уровень выдерживаемых импульсных напряжений) оборудования, присоединенного к информационным кабелям, к электромагнитным воздействиям различных видов (переходные режимы, разряды молнии, незатухающие колебания и др.);

б) схема присоединения оборудования к заземляющему устройству;

с) локальные особенности электромагнитной среды (одновременное возникновение помех различных видов, например, гармоники плюс разряд молнии плюс незатухающее колебание);

д) спектр электромагнитных частот;

е) расстояние между параллельными потоками кабелей (зона взаимного влияния, зона сцепления);

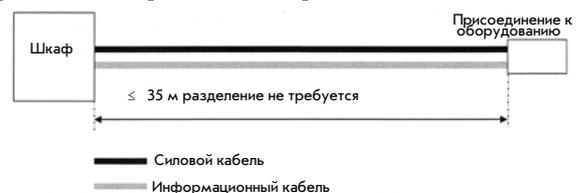
ф) тип кабелей;

г) затухание взаимного влияния (сцепления);

h) качество контактного соединения между кабелем и соединителем;

и) тип и конструктивное исполнение системы электропроводок.

Для целей настоящего стандарта принято, что уровень электромагнитных помех в окружающей среде не превышает значения, приведенные в МЭК 61000-6-1, МЭК 61000-6-2, МЭК 61000-6-3 и МЭК 61000-6-4 для проводных и излучаемых помех. Примеры разделения информационных и силовых кабелей, проложенных параллельно, приведены на рис. 18 и 19.



**Рис. 18. Разделение силовых и информационных кабелей при длине трассы менее 35 м**

Если кабели не имеют экранирования и длина параллельно проложенных неэкранированных кабелей превышает 35 м, разделительные расстояния между информационными и силовыми кабелями должны быть соблюдены по всей длине трассы за исключением последних 15 м, присоединяемых к выводам оборудования.

**Примечание** — разделение может быть обеспечено расстоянием 30 мм по воздуху или при помощи металлической перегородки.

Для экранированных кабелей разделение не требуется, в т.ч. при длине кабелей более 35 м.



**Рис. 19. Разделение силовых и информационных кабелей при длине трассы более 35 м**

### 444.6.3 Указания по монтажу

Минимальное расстояние между информационными кабелями и флюоресцентными, неоновыми, ртутными и другими газоразрядными осветительными приборами должно быть равно 130 мм. Блоки зажимов для

подключения информационных кабелей и силовых кабелей должны находиться, как правило, в различных комплектных устройствах (шкафах). Стойки зажимов для информационных кабелей всегда должны быть отделены от электрооборудования и от комплектных устройств с электротехнической аппаратурой.

Пересечения кабелей должны, как правило, выполняться под прямым углом. Информационные кабели и силовые кабели не должны находиться в одном пучке. Пучки кабелей различного назначения должны быть отделены друг от друга расстояниями или перегородками, соответствующими требованиям электромагнитной совместимости (см. рис. 20).

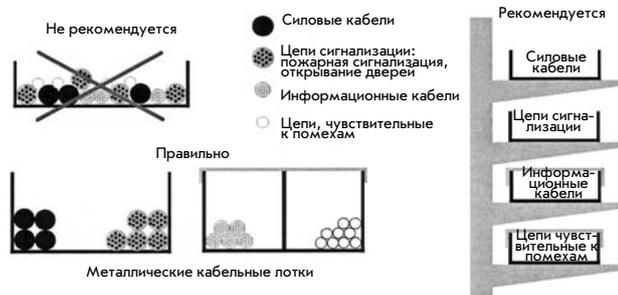


Рис. 20. Разделение кабелей в электропроводах

## 444.7 Системы электропроводок

### 444.7.1 Общие требования

Системы для электропроводок (лотки, коробка, трубы, специальные электротехнические короба) могут быть металлическими и неметаллическими. Металлические системы для электропроводок обеспечивают различные степени усиленной защиты от электромагнитных воздействий и должны устанавливаться в соответствии с 444.7.3,

### 444.7.2 Требования к проектированию

При выборе материала и формы конструкций системы электропроводок необходимо учитывать следующие условия:

- силу воздействия электромагнитного поля вдоль трассы (близость электромагнитных помех, передаваемых электропроводным путем и излучением);
- допустимый уровень электропроводных и излучаемых помех для защищаемого оборудования;
- тип прокладываемых кабелей (экранированные, со скрученными жилами, волоконно-оптические);
- уровень устойчивости к электромагнитным воздействиям оборудования, подключаемого к информационным кабелям;
- другие ужесточающие условия окружающей среды: химические, механические, климатические, пожароопасность и др.;
- возможность последующего расширения информационной кабельной сети.

Неметаллические системы электропроводок (лотки, коробка, трубы) рекомендуются для условий:

- электромагнитных сред с постоянно низким уровнем возмущений;
- низкого уровня излучений силовыми кабелями;
- применения волоконно-оптических кабелей.

При применении металлических конструкций для прокладки кабелей сопротивление системы электропроводки воздействию помех гораздо в большей степени зависит от профиля опорной конструкции (плоскость, U-образная конструкция, труба и др.), чем от площади ее поперечного сечения. Наилучшими являются замкнутые профили, т.к. они уменьшают воздействие помех общего вида.

Полезная площадь опорной конструкции, например кабельного лотка, должна предусматривать возможность последующей дополнительной прокладки некоторого количества кабелей. Высота кабельного пучка должна быть ниже боковой стенки лотка, как показано на рис. 21. Свойства лотка с точки зрения электромагнитной совместимости улучшаются при применении крышек, устанавливаемых внахлест.

Для лотков U-образной формы наибольшее понижение влияния электромагнитного поля происходит в двух углах лотка, поэтому предпочтительным является применение глубоких лотков (см. рис. 21).

**Примечание** — Глубина лотка должна не менее чем в два раза превышать размер диаметра наибольшего кабеля, прокладываемого в лотке.

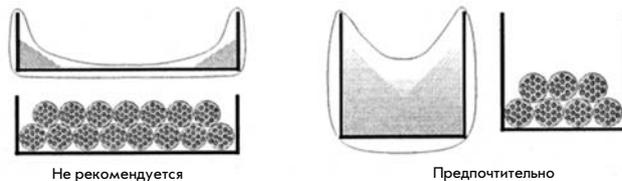


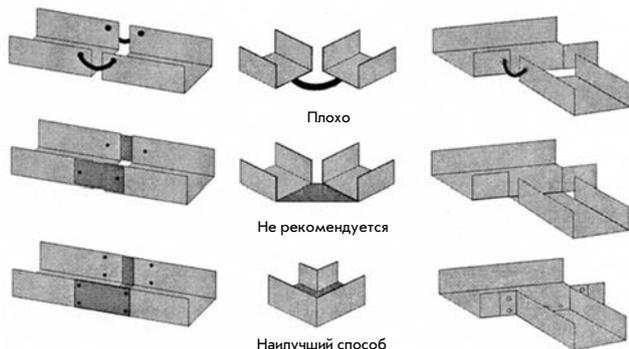
Рис. 21. Прокладка кабелей в металлических лотках

### 444.7.3 Указания по монтажу

Металлические или композитные системы электропроводок, разработанные специально с учетом требований электромагнитной совместимости, всегда должны быть присоединены к локальной системе уравнивания потенциалов на обоих концах. При больших длинах, например более 50 м, рекомендуется выполнять дополнительные промежуточные присоединения к системе уравнивания потенциалов. Все проводники присоединений должны быть практически возможной кратчайшей длины. Если система электропроводки состоит из нескольких элементов, необходимо обеспечить непрерывность образуемой ими электрической цепи при помощи надежных соединений смежных элементов. Предпочтительным способом соединения элементов является сварка по всему периметру профиля. Применение винтовых, болтовых, заклепочных соединений допускается, если контактные поверхности являются хорошими проводниками, зачищены от краски и изоляционных покрытий, защищены от коррозии, плотно прилегают друг к другу и обеспечивают надежный электрический контакт.

Профиль металлических секций должен сохраняться по всей длине трассы. Все соединения должны иметь низкое сопротивление. Соединение секций системы электропроводки при помощи одиночных перемычек малого сечения приводит к возникновению высокого сопротивления в месте такого соединения, что в результате нарушает защитные свойства системы, предусмотренные для обеспечения элек-

тромагнитной совместимости (см. рис. 22). Например, на частотах от нескольких МГц и выше сетчатая полоска длиной 10 см, соединяющая две секции кабельных лотков (коробов), понижает экранирующий эффект более чем в 10 раз.



**Рис. 22. Непрерывность электрической цепи системы, состоящей из металлических компонентов**

При выполнении работ по удлинению или подгонке трассы очень важно тщательно следить за тем, чтобы требования электромагнитной совместимости не были нарушены, например, чтобы металлический отрезок трубы не был заменен пластмассовым.

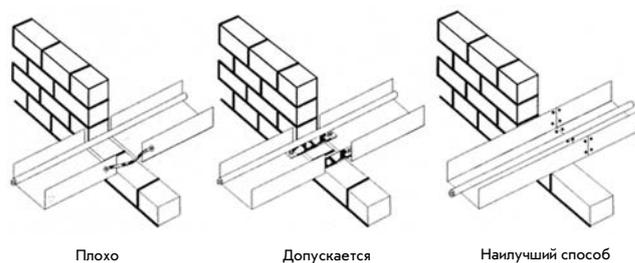
Металлические элементы строительных конструкций зданий могут быть успешно использованы для улучшения условий электромагнитной совместимости. Стальные балки L-, H-, U-, T-образного профиля представляют собой непрерывные заземленные конструкции с мощным поперечным сечением, с большой площадью опорной поверхности для кабелей и с множеством промежуточными соединениями с землей. Прокладка кабелей непосредственно по таким конструкциям обеспечивает хорошее экранирование. Предпочтительной является прокладка внутри углов, а не по внешней поверхности конструкций (см. рис. 23).



**Рис. 23. Прокладка кабелей по металлическим конструкциям здания**

Крышки металлических лотков и коробов должны соответствовать тем же требованиям, что и собственно лотки и коробка. Предпочтительны крышки с большим количеством креплений к секции. Если это невозможно, каждая крышка должна быть присоединена к секции, как минимум, на обоих концах короткими проводниками длиной менее 10 см, например плетеными косичками или сетчатыми полосками.

Если металлическая или композитная система электропроводки, разработанная специально с учетом требований электромагнитной совместимости, должна быть разделена для прохода через стену или через огнепреградительный барьер, две металлические секции должны быть соединены между собой перемычками с малым сопротивлением, например плетеными или сетчатыми.



**Рис. 24. Соединение металлических секций при проходах сквозь стены**

Если присоединение оборудования выполнено неэкранированными кабелями и оборудование не подвергается воздействию низкочастотных возмущений, может быть использована неметаллическая система электропроводки. Защитные свойства такой системы могут быть улучшены прокладкой внутри нее одиночного проводника, используемого в качестве параллельного проводника уравнивания потенциалов. Этот проводник должен быть надежно присоединен к заземляющему устройству, к которому присоединено оборудование на обоих концах проводника, например, путем присоединения к металлической оболочке шкафа.

Сечение параллельного проводника уравнивания потенциалов должно быть принято с учетом наибольших значений помех общего вида и частичных токов короткого замыкания.

## 445. Защита от понижения напряжения

### 445.1 Общие требования

Если понижение напряжения или потеря напряжения и его последующее восстановление могут повлечь за собой опасность для людей или имущества, должны быть предусмотрены соответствующие меры защиты. Должны быть также предусмотрены меры защиты, если части установки или электрооборудования могут быть повреждены в результате понижения напряжения.

Устройства защиты от понижения напряжения не требуются, если повреждение установки или электрооборудования относится к допустимым рискам и при этом отсутствует опасность для людей.

Если защищаемое оборудование допускает краткий перерыв электроснабжения, могут быть приняты устройства защиты от понижения напряжения с выдержкой времени.

При применении контакторной аппаратуры инерционность ее срабатывания не должна препятствовать мгновенному отключению защищаемого оборудования устройствами защиты или управления.

Характеристики устройств защиты от понижения напряжения должны быть согласованы с требованиями стандартов МЭК к запуску и эксплуатации защищаемого оборудования.

Если повторное срабатывание защитного устройства может вызвать опасную ситуацию, повторное срабатывание не должно быть автоматическим.