

Р.Н.КАРЯКИН

доктор техн. наук, профессор

НОРМЫ УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДОК

Москва
Энергосервис
2001

ББК38.6-4н

К 27 "УДК

69.002.5:621.31(083)

Автор: доктор технических наук, профессор Карякин Рудольф Николаевич

Монография содержит Нормы устройства безопасных электроустановок строительных площадок и возводимых зданий. Нормы соответствуют современной концепции электробезопасности. Использование предлагаемых норм позволяет создавать безопасные электроустановки строительных площадок и возводимых зданий, отвечающие требованиям ПУЭ 7 изд., ГОСТ Р50 571-94-96 и комплекса стандартов Международной Электрической Комиссии МЭК-364.

Книга рассчитана на инженерно-технических работников, связанных с проектированием, выполнением строительных и строительно-монтажных работ, обеспечивающих создание электроустановок строительных площадок и возводимых зданий нового поколения напряжением до 1 кВ и выше, а также может быть использована преподавателями и студентами, которым предстоит проектировать и эксплуатировать электроустановки строительных площадок и возводимых зданий в XXI веке.

ISBN 5-900835-36-7

© ЗАО «Энергосервис», 2001

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	9
ВВЕДЕНИЕ	16
ГЛАВА 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ, ТЕРМИНОЛОГИЯ, КЛАССИФИКАЦИЯ, СИСТЕМЫ ЗАЗЕМЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК, ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ	21
1.1 Область применения, терминология, классификация	21
1.2 Системы заземления электроустановок..	40
1.3. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДОК И ВОЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ.....	48
<i>Основное правило устройства электроустановок строительных площадок и возводимых зданий</i>	48
<i>Заземление электроустановок строительных площадок и возводимых зданий</i>	51
<i>Использование естественных заземляющих устройств</i>	51
<i>Объединение заземляющих устройств</i>	51
<i>Удельное сопротивление земли</i>	52
<i>Режим нейтрали электроустановок до 1 кВ</i> ..	52
<i>Зануление и устройства защиты</i>	53
<i>Применение электроустановок до 1 кВ с изолированной нейтралью на строительных площадках</i>	53
<i>Применение УЗО-Дв качестве дополнительной защиты в электроустановках до 1 кВ</i>	53
<i>Защита сети до 1 кВ с изолированной нейтралью на строительных площадках</i>	54
<i>Применение оборудования класса II</i>	54
<i>Применение изолирующих оболочек</i>	55
<i>Электрическое разделение цепей</i>	56
<i>Системы БСНН и ЗСНН</i>	58
<i>Особенности выполнения системы БСНН</i>	59
<i>Особенности выполнения системы ЗСНН</i>	60
<i>Система ФСНН</i> ..	60
<i>Условия применения других мер защиты на строительных площадках</i>	61
<i>Ограждения и оболочки</i>	62
<i>Барьеры</i>	62

<i>Размещение вне зоны досягаемости</i>	63
<i>Изолирующие площадки.</i>	64
<i>Изолирующие помещения.....</i>	65

ГЛАВА 2. УРАВНИВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛОВ НА СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДКАХ И В ВОЗВОДИМЫХ ЗДАНИЯХ 67

2.1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ	67
<i>Объединение с основной системой уравнивания потенциалов.....</i>	67
<i>Применение сторонних проводящих частей для уравнивания потенциалов.</i>	68
<i>Заземление и зануление открытых проводящих частей.....</i>	68
<i>Молниезащита возводимых зданий.</i>	71
<i>Взрывоопасные зоны возводимых зданий.</i>	74
<i>Электромагнитная совместимость на строительных площадках и в возводимых зданиях.....</i>	76
<i>Меры снижения электромагнитных влияний</i>	77
<i>Особенности защиты устройств передачи информации</i>	80
2.2 ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ.	84
<i>Главный заземляющий зажим.....</i>	89
<i>Электромагнитная несовместимость информационно-технологических установок и PEN - проводников зданий и сооружений строительных площадок.</i>	91
<i>Уравнивание потенциалов.....</i>	91
<i>Рабочие заземляющие проводники</i>	91
<i>Объединение рабочих заземляющих и защитных проводников.....</i>	92
<i>Сигнальные соединения</i>	92
<i>Способы заземления и уравнивания потенциалов для обеспечения электромагнитной совместимости.</i>	92
<i>Дополнительные требования для оборудования с токами утечки, превышающими 3,5 мА.....</i>	93
<i>Дополнительные требования для электроустановок, питающих оборудование с токами утечки, превышающими 10 мА</i>	94
<i>Защитные проводники увеличенного сечения</i>	94
<i>Дополнительные требования для системы ТТ.</i>	96
<i>Дополнительные требования для системы IT.</i>	97
<i>Требования к системе уравнивания потенциалов с низкими помехами.</i>	98

ГЛАВА 3. ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1 КВ СЕТИ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ (СИСТЕМА IT) 99

<i>Заземление открытых проводящих частей</i>	99
<i>Сопротивление заземляющего устройства</i>	99
<i>Условия отключения питания при втором замыкании</i>	100

ГЛАВА 4. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАМ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1 КВ СЕТИ С ЗАЗЕМЛЕННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ (СИСТЕМА TN).....102

<i>Заземление нейтрали</i>	102
<i>PEN—проводник</i>	103
<i>Устройства защиты</i>	104
<i>Применение защиты, реагирующей на дифференциальный ток</i>	104
<i>Характеристики устройств защиты</i>	105
<i>Использование проводящих частей в качестве PEN—проводника</i>	106
<i>Дополнительная защита от сверхтока</i>	107

ГЛАВА 5. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДОК..... 108

5.1. ПЕРЕДВИЖНЫЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ	108
5.2. КРАНЫ	117
5.3. СТЕСНЕННЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ С ПРОВОДЯЩИМИ ПОЛОМ, СТЕНАМИ И ПОТОЛКОМ	117
5.4. ПЕРЕНОСНЫЕ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКИ	120
5.5. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ	121
<i>Общие требования</i>	121
<i>Выполнение защиты осветительных сетей</i>	123
<i>Защитные меры безопасности</i>	УИА
<i>Внутреннее освещение</i>	126
<i>Выполнение защиты сетей наружного освещения</i>	126
<i>Осветительные приборы</i>	126
<i>Электроустановочные устройства</i>	127
5.6. КАБЕЛЬНЫЕ СЕТИ	127
5.7. ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ	128
<i>Сопротивление заземлителя нейтрали</i>	130
<i>Повторное заземление PEN-проводника</i>	131
5.8. РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА	132
5.9. ОТДЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ, ЩИТКИ, ШКАФЫ И ЯЩИКИ С ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1 КВ	135

5 10 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ	136
5 11 ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ФУРГОНОВ И ИХ СТОЯНОК	137
А СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК СТОЯНОК СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДОК И СТРОИТЕЛЬНЫХ ФУРГОНОВ	138
<i>Защита от поражения электрическим током</i>	138
<i>Способ питания</i>	138
<i>Электрооборудование площадки строительного фургона</i>	138
<i>Штепсельные розетки</i>	139
<i>Специальные требования для соединительных устройств</i>	139
Б СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК СТРОИТЕЛЬНЫХ ФУРГОНОВ, ВКЛЮЧАЯ СТРОИТЕЛЬНЫЕ АВТОФУРГОНЫ	141
<i>Защита от поражения электрическим током</i>	141
<i>Система электропроводок</i>	141
<i>Кабели и кабелепроводы</i>	141
<i>Поперечное сечение проводников</i>	142
<i>Разделение кабелей</i>	142
<i>Крепление кабелей</i>	142
<i>Главный выключатель</i>	142
<i>Защита цепей от сверхтока</i>	143
<i>Штепсельные розетки</i>	143
<i>Воздействие погоды</i>	143
<i>Бытовые приборы</i>	143
<i>Светильники</i>	143
ГЛАВА 6. ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЖИЛЫХ, ОБЩЕСТВЕННЫХ, АДМИНИСТРАТИВНЫХ И БЫТОВЫХ ЗДАНИЙ	144
6 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	144
<i>Определения</i>	144
<i>Общие требования Электроснабжение</i>	145
<i>Электропроводки и кабельные линии</i>	146
<i>Внутреннее электрооборудование</i>	148
<i>Защитные меры безопасности</i>	148
6 2 ПОМЕЩЕНИЯ, СОДЕРЖАЩИЕ ВАННУ ИЛИ ДУШ.	152
<i>Общие характеристики</i>	152
<i>Требования по обеспечению безопасности</i>	153
<i>Выбор и монтаж электрооборудования</i>	154
6 3 ПОМЕЩЕНИЯ, СОДЕРЖАЩИЕ НАГРЕВАТЕЛИ ДЛЯ САУН	157
<i>Требования по обеспечению безопасности</i>	158
<i>Выбор и монтаж электрооборудования</i>	158
6 4 ОБЩЕЕ ЗАЗЕМЛЯЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ЗДАНИЯ	160
6 5 ЛИФТЫ	162

ГЛАВА 7. ЗАЗЕМЛЯЮЩИЕ И НУЛЕВЫЕ ЗАЩИТНЫЕ ПРОВОДНИКИ (РЕ-И PEN-ПРОВОДНИКИ)

164

А ЗАЩИТНЫЕ ПРОВОДНИКИ	164
<i>Специальные проводники</i>	164
<i>Использование проводящих частей в качестве РЕ- и PEN— про водников</i>	164
<i>Использование проводящих частей в качестве единственных РЕ-проводников</i>	165
<i>Использование сторонних проводящих частей и открытых проводящих частей в качестве PEN—проводников</i>	165
<i>Доступность для осмотра</i>	166
<i>Наименьшие размеры заземляющих проводников</i>	166
<i>Площадь поперечного сечения защитных проводников</i>	167
<i>Проводимость нулевого защитного проводника</i>	172
<i>Учет проводимости проводящих частей, шунтирующих четвер тую жилу кабеля</i>	172
<i>Обеспечение непрерывности электрической цепи, образованной сторонними проводящими частями</i>	173
<i>Нулевые рабочие проводники</i>	173
<i>Условия использования сторонних проводящих частей в качестве единственного PEN-проводника в однофазных сетях</i>	175
<i>Разъединяющие приспособления и предохранители в цепи PEN- проводников</i>	175
<i>Требования к прокладке защитных проводников</i>	176
Б СОЕДИНЕНИЕ И ПРИСОЕДИНЕНИЕ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ И НУЛЕВЫХ ЗАЩИТНЫХ ПРОВОДНИКОВ (РЕ- и PEN-ПРОВОДНИКОВ)	176
<i>Главный заземляющий зажим</i>	176
<i>Требования к контактному соединению заземляющего проводника изаземлителя</i>	177
<i>Соединение защитных проводников</i>	177
<i>Обеспечение непрерывности электрической цепи при использо вании сторонних проводящих частей в качестве PEN—провод ников</i>	178
<i>Создание объединяющего контура с использованием сторонних проводящих частей</i>	178
<i>Соединение открытых проводящих частей</i>	179
<i>Места и способы соединения заземляющих и защитных провод ников</i>	179
<i>Использование естественных контактов</i>	180

<i>Штепсельные соединители для переносных электроприемников</i>	181
<i>Присоединение защитных проводников к сторонним проводящим частям</i>	181
ГЛАВА 8. УСТРОЙСТВО ЗАЗЕМЛИТЕЛЕЙ	182
<i>Естественные заземлители</i>	182
<i>Предельно допустимые токи заземлителя</i>	183
<i>Обходные защитные проводники</i>	184
<i>Предельно допустимая плотность тока, стекающего с арматуры железобетонного фундамента здания</i>	184
<i>Использование железобетонных фундаментов здания в качестве заземлителей в агрессивных средах</i>	185
<i>Искусственные заземлители</i>	185
ГЛАВА 9. ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ В РАЙОНАХ С УДЕЛЬНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ ГОРНЫХ ПОРОД БОЛЕЕ 500ОММ	187
<i>Использование естественных протяженных заземлителей</i>	187
ПОСЛЕСЛОВИЕ	188
СПИСОК ДЕЙСТВУЮЩИХ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ	189
<i>Стандарты Международной Электротехнической Комиссии (IEC), относящиеся к устройству электроустановок</i>	190
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	191

ПРЕДИСЛОВИЕ

В начале XXI века все большее место в гражданском и промышленном строительстве будут занимать возведение «интеллектуальных» зданий и соответствующая реконструкция существующих зданий на основе развития их информационно-технологического оборудования, придания интеллектуальных функций их электроустановкам. Исходя из наметившейся конъюнктуры возрастающего роста интеллектуальной составляющей строительного производства, эта тенденция сохранится и в дальнейшем. В связи с отмеченным обстоятельством при устройстве электроустановок строительных площадок необходимо отказаться от традиционных представлений, ограничивающих понятие *электроустановка строительной площадки* только *временными* передвижными электроустановками, требующими сооружения многочисленных специальных искусственных автономных защитных и рабочих заземляющих устройств. При этом стационарные электроустановки возводимых зданий, в силу существующих традиционных представлений, к категории электроустановок строительных площадок не относились. По мнению автора, такие представления следует признать устаревшими. Более того, автор исходит из положения о возможности и целесообразности проведения всех строительных, строительного-монтажных, строительного-электро-монтажных и электро-монтажных работ по единому одновременно разработанному проекту производства строительного-электро-монтажных работ, предусматривающему придание вновь сооружаемому или реконструируемому зданию заданных электропроводящих качеств, обеспечивающих нормируемые проектом электробезопасные, заземляющие, зануляющие, экранирующие, молниезащитные и эквипотенциальные свойства, обеспечивающие электробезопасность системы: «электроустановка — здание», а также — свойство электромагнитной совместимости, гарантирующее нормальную работу информацион-

но-технологических систем и электроустановки здания. В свою очередь, это позволяет отказаться от сооружения многочисленных автономных защитных, рабочих и молниезащитных заземляющих устройств передвижных электроустановок и переносных электроприемников строительных площадок.

Исходя из изложенного, электроустановкой строительной площадки будем называть самоорганизующуюся, в пределах заданных пространства и времени, для безопасного и эффективного решения задач строительно-электромонтажного производства, иерархическую интеллектуальную электротехническую систему, функционально объединенного в единый комплекс с заданными свойствами, удовлетворяющими известным критериям электробезопасности и пожарной безопасности,—электрооборудования, информационно-технологического оборудования, строительных конструкций зданий и сооружений, надлежащим образом связанных сетью пронормированных защитных проводников, заземляющих устройств, экранов, уравнивающих проводников, соединенных, по известным правилам, с открытыми частями электроустановки и со сторонними проводящими частями.

После завершения строительно-монтажных работ и сдачи законченного объекта заказчику «под ключ» электроустановка строительной площадки превращается в интеллектуальную электроустановку вновь сооруженного или реконструированного здания, в котором все металлические и железобетонные конструкции, а также металлические технологические коммуникации становятся неотъемлемой частью электроустановки здания и выполняют заданные им функции заземляющего устройства, защитных проводников, уравнивающих и экранирующих проводников, обеспечивают пронормированную электромагнитную совместимость информационно-технологических систем и интеллектуальных электроустановок здания.

В дальнейшем изложении в понятие «электроустановка строительной площадки» автор вложил именно такой смысл, что позволит читателю по-новому взглянуть на освещаемую проблему.

Основным нормативным документом прямого действия, регламентирующим устройство электроустановок напряжением до

1 кВ и выше, являются Правила устройства электроустановок (ПУЭ, 6 изд.) [1].

Разделы Правил, относящиеся к заземлению и защитным мерам электробезопасности, систематизируют многолетнюю практику проектных институтов и монтажных организаций, обобщивших огромный опыт создания и эксплуатации отечественных электроустановок. Уровень основных технических решений Правил, и, в частности, разделов, относящихся к заземлению и к защите промышленных электроустановок до 1кВ, а также всех электроустановок выше 1 кВ, не уступает, а в ряде случаев — превосходит уровень технических решений, регламентированных международными стандартами, а также национальными стандартами развитых промышленных стран. Однако за прошедшие со времени утверждения действующих Правил (1985 г.) годы мировое сообщество электротехников разработало новое поколение электроустановок, отвечающих современной концепции электробезопасности. Эта концепция нашла отражение в стандартах ГОСТ Р 50571, введенных в действие в 1994-1998 гг. Требования стандартов являются обязательными при разработке новых и переработке существующих нормативных документов такого ранга как стандарты общероссийского уровня (ГОСТ Р) и Правила устройства электроустановок. В то же время Правила системы сертификации электроустановок зданий, утверждённые приказом Минтопэнерго РФ от 26.12.95 № 264, в качестве основного документа, на удовлетворение требованиям которого проводится сертификация электроустановок зданий, принимают Правила устройства электроустановок, 6 изд., 1985 г. (ПУЭ). Государственные стандарты ГОСТ Р 50571, в основу которых положены международные стандарты МЭК 364 «Электроустановки зданий», не входят в область признания системы сертификации и будут применяться в Системе по мере внесения в ПУЭ соответствующих требований этих стандартов в виде изменений и дополнений.

В п. 1.1.1 ПУЭ [1] указано, что ПУЭ распространяются на вновь *сооружаемые и реконструируемые* электроустановки до 500 кВ, в том числе на специальные электроустановки, оговоренные в разд.7 ПУЭ. В действительности ПУЭ содержат правила, относящиеся

не к *сооружаемым* и *реконструируемым* электроустановкам, а — к законченным строительством и монтажом *сооруженным* и *реконструированным* электроустановкам. При этом этап, соответствующий процессу сооружению электроустановки, независимо от его продолжительности, в ПУЭ не рассматривается. Особенности процесса сооружения электроустановок ПУЭ не регламентирует. Содержащееся в п. 1.1.13.4 упоминание *территории размещения наружных электроустановок*, приравненных в отношении опасности поражения людей электрическим током к *особо опасным помещениям*, не меняет отмеченной направленности ПУЭ. Более того, следует отметить, что содержащиеся в главе 1.7 «Заземление и защитные меры электробезопасности» пункты, относящиеся к «Передвижным электроустановкам» (пп. 1.7.99-1.7.114), включающие и наружные электроустановки, не только не ужесточают требования к наружным электроустановкам, по сравнению со стационарными электроустановками в зданиях, но резко снижают эти требования. В частности,

1. допускается зануление без защитного отключения, в том числе зануление без повторного заземления (п. 1.7.103);

2. допускается защитное отключение без зануления (п. 1.7.103), что противоречит требованиям п. 1.7.39 ПУЭ;

3. допускается не выполнять металлическую связь корпусов источника электроэнергии и установки, если как источник питания электроэнергией, так и передвижная установка имеют собственные контуры защитного заземления, обеспечивающие допустимый уровень напряжения прикосновения *при двойном замыкании* на разные корпуса электрооборудования (п.1.7.104);

4. допускаются четырехпроводные трехфазные сети и двухпроводные однофазные сети *при обязательном* изолировании выводов двухпроводных сетей однофазного тока (п. 1.7.105);

5. допускается повышение значения сопротивления заземляющего устройства автономного источника с изолированной нейтралью до 25 Ом при его выполнении с соблюдением требований к его сопротивлению (п. 1.7.106) по сравнению с нормой 4 Ом или 10 Ом (при мощности не более 100 кВт А — п. 1.7.65);

б. допускается не выполнять (вопреки требованию п. 1.7.40) защитное заземление электроприемников передвижных электроустановок, питающихся от автономных передвижных источников питания с изолированной нейтралью в случаях:

1) если источник питания электроэнергией и электроприемники расположены непосредственно на передвижной установке, их корпуса соединены *металлической связью*, а от источника не питаются другие электроустановки;

2) если установки (не более двух) питаются от специально предназначенного для них источника электроэнергии, не питающего другие электроустановки, и находятся на расстоянии *не более 50 м* от источника электроэнергии, а корпуса источника и установки соединены *проводниками металлической связи*, при этом количество электроустановок и *длина питающих их кабелей не нормируются*, если значения напряжений прикосновения при однополюсном замыкании на землю не превышают нормированных (п. 1.7.107);

7. допускается для трехфазных электроприемников передвижных установок применение кабелей с сечением четвертой жилы *меньше* сечения фазной жилы до изменения ГОСТ на соответствующие кабели (п. 1.7.111);

8. допускается в автономных передвижных источниках электроэнергии трехфазного тока использование нулевого рабочего проводника (N—проводника) в качестве заземляющего проводника (PE — проводника) на участке от нейтрали генератора до зажимов на щите распределительного устройства (п. 1.7.112), что запрещено п. 1.7.60 ПУЭ;

9. допускается в передвижных электроустановках с автономными передвижными источниками питания наличие разъединяющих приспособлений в цепях всех проводников трехфазной и однофазной сети и *проводников металлической связи* корпусов электрооборудования (п. 1.7.113).

Перечисленные допущения (1—9), содержащиеся в пп. 1.7.103—1.7.107, 1.7.111—1.7.113 ПУЭ, резко снижают электробезопасность и пожарную безопасность передвижных электроустановок, в том числе — передвижных электроустановок, используемых на строительных площадках зданий и сооружений.

В связи с изложенными обстоятельствами автор посчитал, что в переживаемый страной переходный период, когда действующие ПУЭ не позволяют создавать безопасные электроустановки строительных площадок и зданий, а разработка новых ПУЭ ещё не завершена, предлагаемая вниманию читателя книга должна содержать нормативные материалы, отражающие как требования действующих ПУЭ, 6 изд., так и рекомендации стандартов ГОСТ Р 50571. Тем не менее, весь материал книги, основанный на нормативных требованиях ПУЭ, 6 изд. и ГОСТ Р 50571, изложен с единых методических позиций современной концепции электробезопасности. Поэтому предлагаемые Нормы могут быть использованы при проектировании, сооружении, монтаже, наладке, сертификации, энергонадзоре, ремонте, реконструкции и эксплуатации как *традиционных* электроустановок строительных площадок и зданий напряжением до 1 кВ, так и электроустановок уникальных объектов, отвечающих требованиям международных стандартов.

Технические решения, принимаемые на строительной площадке, определяют безопасность электроустановок возводимых зданий, а также всего сооружаемого строительного комплекса в целом. Это утверждение относится в равной мере как к электробезопасности, так и к пожарной безопасности сооружаемого объекта. Объясняется это тем, что в экологическом смысле весь строительный комплекс и содержащиеся в нем все установки, в том числе и электроустановки, образуют единую техногенную систему, характеризующуюся общими экологическими свойствами, в число которых входят, в частности, свойства электробезопасности и пожарной безопасности.

Согласно современной концепции безопасности, основной причиной поражения электрическим током и возгорания электроустановок является несовершенство устройства электроустановок, выполняемых по действующим правилам, и нарушение требований электромагнитной совместимости электроустановок, информационно-технологических установок и строительной части комплекса.

Как показывает анализ статистических данных, более половины всех возгораний и пожаров в современных интеллектуальных зданиях были вызваны электроустановками, смонтированными по

нормам, не отвечающим основному правилу устройства электроустановок (гл. 1), и не учитывающим требования электромагнитной совместимости. Указанное обстоятельство заставляет пересмотреть существующие представления о возможности сооружения строительной части комплекса независимо от устройства информационно-технологических систем и электротехнических установок. Дальнейшее промедление этого пересмотра может привести к последствиям более тяжелым, чем пожар Останкинской телебашни (27 августа 2000 г.) вследствие возгорания информационно-технологического оборудования, электроустановок и строительной части.

Учитывая, что до настоящего времени отсутствуют Новые Правила устройства электроустановок, отвечающие современной концепции электробезопасности и пожарной безопасности электроустановок интеллектуальных зданий, автор надеется, что эта книга восполнит имеющийся пробел.

Автор

Москва

11 сентября 2000 г.

ВВЕДЕНИЕ

Действующие Правила устройства электроустановок (ПУЭ) достаточно четко регламентируют требования к защитным мерам в зависимости от значений номинальных напряжений. Согласно ПУЭ требуется выполнять заземление или зануление электроустановок:

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

Заземление или зануление электроустановок не требуется при номинальных напряжениях до 42 В переменного тока и до 110 В постоянного тока во всех случаях, кроме взрывоопасных зон и электросварочных установок.

Рекомендации ПУЭ не обеспечивают электробезопасность как в помещениях, так и на территориях размещения наружных электроустановок строительных площадок.

Для обеспечения электробезопасности согласно стандарту МЭК 364-4-41-1992 требуется выполнять заземление или зануление электроустановок:

- 1) при номинальном напряжении более 50 В переменного тока (действующее значение) или более 120 В постоянного (выпрямленного) тока — во всех электроустановках;
- 2) при номинальных напряжениях выше 25 В переменного тока (действующее значение) или выше 60 В выпрямленного тока — в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных электроустановках строительных площадок.

Заземление или зануление электроустановок не требуется при номинальных напряжениях до 25 В переменного тока или до 60 В выпрямленного тока во всех случаях, кроме взрывоопасных зон и электросварочных установок.

Защита от прямого прикосновения с помощью ограждений или оболочек, или изоляции не требуется, если электрооборудование находится в зоне действия системы уравнивания потенциалов и номинальное напряжение не превышает:

- 25 В переменного тока или 60 В выпрямленного тока при условии, что оборудование нормально эксплуатируется только в сухих помещениях и мала вероятность контакта человека с частями, могущими оказаться под напряжением;

- 6 В переменного тока или 15 В выпрямленного тока во всех остальных случаях, в том числе, в условиях строительных площадок.

Численные значения нормативов стандартов МЭК 3 64-4-41 (1992) и ПУЭ даны в табл. В.1.

Сравнение сопоставимых нормативов ПУЭ и стандартов МЭК позволяет сделать вывод о необходимости существенного ужесточения требований к защитным мерам. В частности, в помещениях без повышенной опасности согласно стандарту МЭК 364-4-41-1992 требуется выполнять заземление или зануление при номинальном напряжении в 7,6 раз меньше, чем установлено требованиями ПУЭ.

Современная концепция электробезопасности основана на обязательном выполнении *Основного правила электробезопасности электроустановки строительной площадки напряжением до 1 кВ*:

Опасные токоведущие части электроустановки не должны быть доступны для непреднамеренного прямого прикосновения к ним, а доступные прикосновению открытые проводящие части, сторон-

Таблица В. 1

Нормативный документ	Требования	Помещения			Наружные электроустановки строительных площадок
		без повышенной опасности	с повышенной опасностью	особо опасные	
ПУЭ	Требуется выполнять заземление или зануление	При номинальном напряжении 380В и выше переменного или 440 В и выше постоянного тока	При номинальном напряжении выше 42 В переменного или выше 110 В постоянного тока		
	Не требуется выполнять заземление или зануление	При номинальном напряжении ниже 380В переменного или ниже 440В постоянного тока	При номинальном напряжении до 42 В переменного или до 110 В постоянного тока во всех случаях, кроме взрывоопасных зон и электросварочных установок		
Рекомендации МЭК 364-4-41 (1992)	Требуется выполнять заземление или зануление	При номинальном напряжении более 50В переменного или более 120В постоянного тока	При номинальном напряжении выше 25 В переменного или выше 60 В выпрямленного тока		
	Не требуется выполнять заземление или зануление	При номинальном напряжении 50В и ниже переменного или 120В и ниже постоянного тока	При номинальном напряжении до 25 В переменного или до 60 В выпрямленного тока во всех случаях, кроме взрывоопасных зон и электросварочных установок		
	Не требуется защита от прямого прикосновения с помощью ограждений или оболочек, если электрооборудование находится в зоне действия системы уравнивания потенциалов	При номинальном напряжении, не превышающем 25В переменного или 60В выпрямленного тока	При номинальном напряжении, не превышающем 6 В переменного или 15 В выпрямленного тока		
	Не требуется защита от прямого прикосновения к сторонним проводящим частям, которые могут оказаться под напряжением	При напряжении, не превышающем 25 В переменного или 60 В выпрямленного тока	При напряжении, не превышающем 6 В переменного или 15 В выпрямленного тока		

ние проводящие части, защитные проводники и заземляющие проводники (РЕ-проводники), а также открытые токоведущие части цепей обратного тока, включая PEN-проводники, не должны быть опасны при прямом прикосновении к ним как при нормальном режиме работы, так и при повреждении изоляции опасных токоведущих частей.

Напряжение шага на территории электроустановки и в пределах зоны растекания тока с заземлителя в землю не должно быть опасно как при нормальном режиме работы, так и при повреждении изоляции опасных токоведущих частей.

Кроме того, опасные токоведущие части электроустановки не должны быть опасны при *случайном* непреднамеренном прямом прикосновении к ним при нормальном режиме работы.

Для защиты от поражения электрическим током в электроустановках должны быть применены основная защита от непреднамеренного прямого прикосновения к опасным токоведущим частям и защита при прямом прикосновении к открытым проводящим частям, сторонним проводящим частям, защитным проводникам и заземляющим проводникам (РЕ-проводникам), а также открытым токоведущим частям цепей обратного тока, включая PEN-проводники, в нормальном режиме работы, а также при повреждении изоляции опасных токоведущих частей электроустановки (защита «при повреждении» или «защита при косвенном прикосновении»).

Кроме того, в электроустановках для защиты от поражения электрическим током должна быть применена дополнительная защита при *случайном* непреднамеренном прямом прикосновении к опасным токоведущим частям при нормальном режиме работы.

В качестве основной защиты от непреднамеренного прямого прикосновения к опасным токоведущим частям в электроустановках могут быть использованы:

- изоляция, соответствующая минимальному испытательному напряжению, и усиленная изоляция;
- ограждения и оболочки;
- электрическое разделение цепей (защитное разделение).

Кроме того, в электроустановках в качестве основной защиты от непреднамеренного прямого прикосновения к опасным токоведущим частям могут быть использованы:

- двойная изоляция (оборудование класса II);
- системы БСНН, ЗСНН, ФСНН (оборудование класса III).

В качестве дополнительной защиты от поражения электрическим током при *случайном* непреднамеренном прямом прикосновении к опасным токоведущим частям при нормальном режиме работы в электроустановках могут быть использованы устройства защиты, реагирующие на дифференциальный ток.

В качестве защиты при повреждении изоляции в электроустановках могут быть использованы:

- уравнивание потенциалов, в том числе местное;
- заземление, в том числе повторное;
- автоматическое отключение, в том числе с применением устройств защиты от сверхтоков и устройств защиты, реагирующих на дифференциальный ток;
- электрическое разделение цепей.

Кроме того, для защиты при повреждении изоляции могут быть применены:

- использование проводящих частей в качестве PEN-проводника;
- зануление (системы TN, в том числе TN-C, TN-C-S, TN-S);
- двойная изоляция (оборудование класса II);
- системы БСНН, ЗСНН, ФСНН (оборудование класса III);

Предлагаемые Нормы (главы 1-9) соответствуют этому Правилу.

ГЛАВА 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ, ТЕРМИНОЛОГИЯ, КЛАССИФИКАЦИЯ, СИСТЕМЫ ЗАЗЕМЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК, ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

1.1. Область применения, терминология, классификация

Нормы распространяются на все вновь сооружаемые и реконструируемые электроустановки переменного и постоянного тока напряжением до 1 кВ строительных площадок и возводимых зданий и содержат требования к их заземлению и защите людей от поражения электрическим током при прямом прикосновении к опасным токоведущим частям, а также при повреждении изоляции, в соответствии с ПУЭ [1], комплексом стандартов ГОСТ Р 50571 [6—20] и другими нормативно-техническими документами [2—5], [21—56].

В целях большей чёткости всё дальнейшее изложение построено на основе использования терминологии, принятой в ПУЭ [1]. В необходимых случаях термины и их определения (табл. 1.1) уточнены и дополнены в соответствии с современными представлениями.

В основу классификации электроустановок по мерам электробезопасности положено номинальное напряжение электроустановки (до 1 кВ и выше 1 кВ) и режим её нейтрали (табл. 1.2).

В основу классификации помещений и территорий строительных площадок и возводимых зданий по опасности электропоражения положены условия, создающие повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, химически активная среда, токопроводящие полы, высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к металлическим корпусам электрооборудования и к заземлённым частям (табл. 1.3).

Различают три вида электропроводок: открытая, скрытая и наружная электропроводки (табл. 1.5).

Таблица 1.1.

<i>Термин</i>	<i>Определение</i>
1. Электроустановка	<p>Совокупность машин, аппаратов, линий, заземляющих и защитных устройств, а также вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенных для безопасного производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другой вид энергии.</p> <p>Электроустановки по условиям электробезопасности разделяются на электроустановки до 1 кВ и электроустановки выше 1 кВ (по действующему значению напряжения)</p>
2. Электроустановка строительной площадки	<p>Самоорганизующаяся, в пределах заданных пространства и времени, для безопасного и эффективного решения задач строительного-электромонтажного производства, иерархическая интеллектуальная электротехническая система, функционально объединенного в единый комплекс электрооборудования, информационно-технологического оборудования, строительных конструкций зданий, надлежащим образом связанных сетью защитных проводников, заземляющих устройств, экранов, уравнивающих проводников, соединенных с открытыми частями электроустановки и со сторонними проводящими частями. После завершения строительного-электромонтажных работ и сдачи законченного объекта заказчику «под ключ» электроустановка строительной площадки превращается в интеллектуальную электроустановку</p>

<i>Термин</i>	<i>Определение</i>
	ку здания, все металлические и железобетонные конструкции которого, его металлические технологические коммуникации становятся неотъемлемой частью электроустановки здания и выполняют функции заземляющего устройства, защитных проводников, уравнивающих и экранирующих проводников, обеспечивающих электромагнитную совместимость информационно-технологических систем и интеллектуальных электроустановок здания
3. Открытая или наружная электроустановка	Электроустановка, не защищенная зданием от атмосферных воздействий. Электроустановка, защищенная только навесами, сетчатыми ограждениями и т.п., рассматривается как наружная
4. Закрытая или внутренняя электроустановка	Электроустановка, размещенная внутри здания, защищающего ее от атмосферных воздействий
5. Электropомещение	Помещение или отгороженная, например сетками, часть помещения, которые доступны только для квалифицированного обслуживающего персонала и в которых расположены электроустановки
6. Сухое помещение	Помещение, в котором относительная влажность воздуха не превышает 60%. При отсутствии в таком помещении условий, приведенных в пп.6-11, оно называется нормальным
7. Влажное помещение	Помещение, в котором пары или конденсирующаяся влага выделяются лишь кратковременно в небольших количествах, а относительная влажность воздуха более 60%, но не превышает 75 %

<i>Термин</i>	<i>Определение</i>
8. Сырое помещение	Помещение, в котором относительная влажность воздуха длительно превышает 75%
9. Особо сырое помещение	Помещение, в котором относительная влажность воздуха близка к 100% (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой)
10. Жаркое помещение	Помещение, в котором под воздействием различных тепловых излучений температура превышает постоянно или периодически (более 1 сут.) +35° С (например, помещение с сушилками, сушильными и обжигательными печами, котельные и т.п.)
11. Пыльное помещение	Помещение, в котором по условиям производства выделяется технологическая пыль в таком количестве, что она может оседать на проводниках, проникать внутрь машин, аппаратов и т.п. Пыльные помещения разделяются на помещения с токопроводящей пылью и помещения с нетокопроводящей пылью
12. Помещение с химически активной или органической средой	Помещение, в котором постоянно или в течение длительного времени содержатся агрессивные пары, газы, жидкости, образуются отложения или плесень, разрушающие изоляцию, токоведущие части электрооборудования и заземляющие устройства электроустановок
13. Квалифицированный персонал	Специально подготовленные лица, прошедшие проверку знаний в объеме, обязательном для данной работы, и имеющие квалификационную группу по технике безопасности, предусмотренную Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок

Продолжение табл 1.1.

Термин	Определение
14. Распределительное устройство (РУ)	Электроустановка, служащая для приема и распределения электроэнергии и содержащая коммутационные аппараты, сборные и соединительные шины, заземляющие устройства, вспомогательные устройства (компрессорные, аккумуляторные и др.), а также устройства защиты, автоматики и измерительные приборы
15. Открытое распределительное устройство (ОРУ)	Распределительное устройство, все или основное оборудование которого расположено на открытом воздухе
16. Закрытое распределительное устройство (ЗРУ)	Распределительное устройство, оборудование которого расположено в здании
17. Комплектное распределительное устройство	Распределительное устройство, состоящее из полностью или частично закрытых шкафов или блоков со встроенными в них аппаратами, устройствами защиты и автоматики и поставляемое в собранном или полностью подготовленном для сборки виде. Комплектное распределительное устройство, предназначенное для внутренней установки, обозначается КРУ, а для наружной установки — КРУН
18. Подстанции	Электроустановка, служащая для преобразования и распределения электроэнергии и состоящая из трансформаторов или других преобразователей энергии, распределительных устройств, заземляющих и защитных устройств, устройств управления и вспомогательных сооружений. В зависимости от преобладания той или иной функции подстанций они называются трансформаторными или преобразовательными

<i>Термин</i>	<i>Определение</i>
19. Заземляющее устройство	Совокупность заземлителя и заземляющих проводников
20. Заземлитель	Проводник (электрод) или совокупность электрически соединенных между собой проводников (электродов), находящихся в соприкосновении с землей или ее эквивалентом
21. Искусственный заземлитель	Заземлитель, специально выполняемый для целей заземления
22. Естественный заземлитель	Находящиеся в соприкосновении с землей или с ее эквивалентом электропроводящие части коммуникаций, зданий и сооружений производственного или иного назначения, используемые для целей заземления
23. Заземляющий проводник	Проводник, соединяющий заземляемые части с заземлителем
24. Заземленная нейтраль	Нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление (например, через трансформаторы тока)
25. Коэффициент замыкания на землю в трехфазной электрической сети	Отношение разности потенциалов между неповрежденной фазой и землей в точке замыкания на землю другой или двух других фаз к разности потенциалов между фазой и землей в этой точке до замыкания
26. Электрическая сеть с эффективно заземленной нейтралью	Трехфазная электрическая сеть выше 1 кВ, в которой коэффициент замыкания на землю не превышает 1,4
27. Изолированная нейтраль	Нейтраль трансформатора или генератора, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через приборы сигнализации, измерения,

<i>Термин</i>	<i>Определение</i>
	защиты, заземляющие дугогасительные реакторы и подобные им устройства, имеющие большое сопротивление
28. Заземление какой-либо части электроустановки или другой установки	Преднамеренное электрическое соединение этой части с заземляющим устройством
29. Защитное заземление	Заземление частей электроустановки с целью обеспечения электробезопасности
30. Зануление в электроустановках напряжением до 1кВ	Преднамеренное соединение открытых проводящих частей (ОПЧ) с заземленной нейтралью источника трехфазного тока посредством PEN-проводника (система TN-C) или PE-проводника (система TN-S), с заземленным выводом источника однофазного тока—посредством PE-проводника (система TN-S), с заземленной средней точкой источника в сетях постоянного тока (система TN)
31. Электрический удар	Патофизиологический эффект в результате прохождения электрического тока через тело человека или домашнего животного
32. Токоведущие части	Проводники или проводящие части, предназначенные для протекания тока в нормальных условиях, включая нулевой рабочий проводник и PEN-проводник
33. Опасные токоведущие части	Токоведущие части, которые при определенных условиях могут наносить вредный для здоровья электрический удар. PEN-проводник не относится к опасным токоведущим частям
34. Открытые проводящие части (ОПЧ)	Нетокковедущие проводящие части электроустановки, доступные прикосновению, которые могут оказаться под напряжением при повреждении изоляции токоведущих частей

<i>Термин</i>	<i>Определение</i>
35. Сторонние проводящие части (СПЧ)	Проводящие части, которые не являются частью электроустановки, но могут оказаться под напряжением при определенных условиях, в частности, при повреждении изоляции токоведущих частей электроустановки
36. Защитный проводник (РЕ-проводник)	Проводник, применяемый для выполнения защитных мер от поражения электрическим током в случае повреждения и для соединения открытых проводящих частей: — с другими открытыми проводящими частями; — со сторонними проводящими частями; — с заземлителем, заземляющим проводником или заземленной токоведущей частью
37. Уравнивающий проводник	Защитный проводник (РЕ-проводник), применяемый с целью уравнивания потенциалов (см.п.71)
38. Нулевой защитный проводник (РЕ-проводник) в электроустановках напряжением до 1 кВ	Проводник в системе TN-S, соединяющий открытые проводящие части (ОПЧ) с заземленной нейтралью источника трехфазного тока, с заземленным выводом однофазного тока, с заземленной средней точкой источника в сетях постоянного тока (система TN)
39. Магистраль заземления, уравнивания или зануления	Заземляющий, уравнивающий или нулевой защитный проводник с двумя или более ответвлениями
40. Рабочее заземление	Заземление какой-либо точки токоведущих частей электроустановки, необходимое для обеспечения работы электроустановки

<i>Термин</i>	<i>Определение</i>
41. Нулевой рабочий проводник (N-проводник) в электроустановках до 1кВ	Проводник в системе TN-S, используемый для питания электроприемников, соединенный с заземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с заземленным выводом источника однофазного тока, с заземленной средней точкой источника в трехпроводных сетях постоянного тока
42. PEN-проводник	Проводник в трехфазной системе TN-C, который присоединен к заземленной нейтрали источника и одновременно выполняет функции нулевого защитного проводника (РЕ-проводника) и нулевого рабочего проводника (N-проводника)
43. Замыкание на землю	Случайное соединение находящихся под напряжением частей электроустановки с конструктивными частями, не изолированными от земли, или непосредственно с землей
44. Замыкание на корпус	Случайное соединение находящихся под напряжением частей электроустановки с их конструктивными частями (ОПЧ), нормально не находящимися под напряжением
45. Ток повреждения	Ток, появившийся в результате повреждения или перекрытия изоляции
46. Ток замыкания на землю	Ток, стекающий в землю через место замыкания
47. Сверхток	Ток, значение которого превосходит наибольшее рабочее (номинальное) значение тока электроустановки. Для проводников номинальное значение тока означает предельно допустимое значение тока при заданной длительности его протекания

<i>Термин</i>	<i>Определение</i>
48. Ток короткого замыкания	Сверхток, обусловленный повреждением с пренебрежимо малым сопротивлением между точками, находящимися под разными потенциалами в нормальных рабочих условиях
49. Ток перегрузки	Сверхток в электрической цепи электроустановки при отсутствии электрических повреждений
50. Электрическая цепь	Совокупность устройств или сред, через которые может протекать электрический ток
51. Сопротивление заземляющего устройства	Отношение напряжения на заземляющем устройстве к току, стекающему с заземлителя в землю
52. Эквивалентное сопротивление земли с неоднородной структурой	Такое удельное сопротивление земли с однородной структурой, в которой сопротивление заземляющего устройства имеет то же значение, что и в земле с неоднородной структурой
53. Зона растекания	Область земли, в пределах которой возникает заметный градиент потенциала при стекании тока с заземлителя
54. Зона нулевого потенциала	Зона земли за пределами зоны растекания
55. Напряжение на заземляющем устройстве	Напряжение, возникающее при стекании тока с заземлителя в землю между точкой ввода тока в заземляющее устройство и зоной нулевого потенциала
56. Напряжение шага	Напряжение между двумя точками земли, обусловленное растеканием тока замыкания на землю, при одновременном касании их ногами человека

<i>Термин</i>	<i>Определение</i>
57. Напряжение относительно земли при замыкании на корпус	Напряжение между этим корпусом и зоной нулевого потенциала
58. Напряжение при повреждении изоляции	Напряжение на открытых проводящих частях оборудования или сторонних проводящих частях по отношению к зоне нулевого потенциала при повреждении изоляции
59. Предельно допустимое напряжение при повреждении	Наибольшее напряжение, которое допускается на открытых проводящих частях по отношению к зоне нулевого потенциала при повреждении изоляции
60. Прямое прикосновение	Электрический контакт между человеком или домашним животным и опасными токоведущими частями, находящимися под напряжением
61. Косвенное прикосновение	Электрический контакт между человеком или домашним животным и опасными токоведущими частями через одно или более повреждение изоляции между ними и ОПЧ и СПЧ
62. Напряжение прикосновения	Напряжение между двумя точками цепи тока замыкания на землю (на корпус) при одновременном прикосновении к ним человека или домашнего животного
63. Ожидаемое напряжение прикосновения	Часть напряжения при повреждении, появляющаяся между доступными проводящими частями, которых может одновременно коснуться человек или домашнее животное
64. Ток прикосновения	Ток, который может протекать через тело человека или тело домашнего животного, когда человек или животное

<i>Термин</i>	<i>Определение</i>
	касаются одной или более доступных проводящих частей. Ток прикосновения может протекать при нормальных или аварийных условиях
65. Поражающий ток	Ток, проходящий через тело человека или домашнего животного, характеристики которого могут обусловить патологические воздействия
66. Ток утечки	Ток, который протекает в землю или на сторонние проводящие части в электрически неповрежденной цепи
67. Ток утечки в сети с заземленной нейтралью	Ток, протекающий по участку электрической цепи, соединенному параллельно с нулевым рабочим проводником, а при отсутствии нулевого рабочего проводника — ток нулевой последовательности
68. Ток утечки в сети с изолированной нейтралью	Ток, протекающий между фазой и землей в сети с изолированной нейтралью
69. Ток утечки в сети постоянного тока	Ток, протекающей между полюсом и землей в сети постоянного тока
70. Выравнивание потенциала	Снижение разности потенциалов между заземляющим устройством и поверхностью земли путем электрического соединения его с уложенными в земле защитными проводниками. Выравнивание потенциала предназначено для предотвращения появления опасных напряжений прикосновения и шага на территории электроустановки при повреждении изоляции, а также при нормальных и вынужденных режимах, не сопровождающихся повреждением основной изоляции в электроустановках, исполь-

Продолжение табл. 1.1.

Термин	Определение
	зующих землю в качестве цепи обратного тока, например, в электроустановках электрифицированных железных дорог
71. Уравнивание потенциалов	Снижение разности потенциалов между доступными одновременному прикосновению открытыми проводящими частями (ОПЧ), сторонними проводящими частями (СПЧ), заземляющими и защитными проводниками (РЕ-проводниками), а также PEN-проводниками, путем электрического соединения этих частей между собой
72. Защитное уравнивание	Уравнивание потенциалов с целью обеспечения электробезопасности
73. Зажим уравнивания потенциалов	Зажим, присоединенный к ОПЧ или СПЧ и предназначенный для электрического соединения с системой уравнивания потенциалов
74. Зажим защитного уравнивания потенциалов	Зажим уравнивания потенциалов, выполненный с целью обеспечения электробезопасности
75. Основная защита (защита от прямого прикосновения)	Применение мер, предотвращающих прямой контакт
76. Основная изоляция	Изоляция опасных токоведущих частей, которая обеспечивает основную защиту от электрического удара
77. Защита при повреждении (защита при косвенном прикосновении)	Применение мер, предотвращающих вредное действие повреждения изоляции. Вредное действие включает электрический удар при косвенном прикосновении к опасным токоведущим частям
78. Автоматическое отключение питания	Разрыв одного или более токоведущих проводников, выполняемый автоматическим защитным устройством в случае повреждения

<i>Термин</i>	<i>Определение</i>
79. Защитное устройство от сверхтока	Механическое выключающее устройство, способное включать, пропускать и отключать токи при нормальных условиях, а также включать, пропускать и автоматически отключать токи при аварийных условиях работы сети, таких как перегрузка и короткое замыкание
80. Дополнительная изоляция	Применение мер для исключения или смягчения электрического удара в случае повреждения основной защиты и/или защиты при повреждении изоляции
81. Дополнительная защита	Независимая изоляция, применяемая как защита при повреждении в добавление к основной изоляции для обеспечения защиты от электрического удара, в случае повреждения основной изоляции
82. Усиленное защитное средство	Защитное средство, имеющее надежность защиты не менее чем надежность защиты, обеспечиваемая двумя независимыми защитными средствами
83. Защитное отключение в электроустановках напряжением до 1 кВ	Автоматическое отключение всех фаз (полюсов) участка сети, обеспечивающее безопасные для человека сочетания тока и времени его прохождения при замыканиях на корпус или снижении уровня изоляции ниже определенного значения
84. Устройство защитного отключения или УЗО-Д	Механическое выключающее устройство, предназначенное для включения, прохождения и отключения токов при нормальных условиях эксплуатации, и которое может обеспечивать автоматическое размыкание контактов, когда разностный ток достигает заданного значения при определенных условиях
85. Разностный (дифференциальный) ток (IA)	Векторная сумма токов, протекающих через дифференциальное токовое устройство, такое как УЗО-Д

<i>Термин</i>	<i>Определение</i>
\$6. Двойная изоляция электроприемника	Совокупность основной и дополнительной изоляции, при которой доступные прикосновению части электроприемника не приобретают опасного напряжения при повреждении только основной или только дополнительной изоляции (оборудование класса II)
87. Усиленная изоляция	Изоляция опасных токоведущих частей, которая обеспечивает степень защиты от электрического удара эквивалентную двойной изоляции
88. Малое напряжение (устаревшее)	Номинальное напряжение между фазами (полюсами) и по отношению к земле не более 42 В переменного и 110 В постоянного тока, применяемое в электрических установках для обеспечения электробезопасности
89. Электрическое разделение	Защитная мера, при которой опасная токоведущая часть отделяется от всех других цепей и частей, от земли, и защищается от возможности прямого прикосновения
90. Простое разделение	Разделение между цепями или между цепью и землей посредством основной изоляции
91. Защитное разделение •	Отделение одной электрической цепи от других посредством двойной изоляции, или — основной изоляции и защитного экранирования, или — усиленной изоляции
92. Система сверхнизкого безопасного напряжения (БСНН, ЗСНН, ФСНН)	Совокупность технических мер защиты от прямого и косвенного прикосновений, которые характеризуются применением сетей с напряжением, не превышающим 25 В переменного тока или 60 В постоянного тока, питаемых от источников питания, обеспечивающих степень безопасности, равноценную степени, обеспечи-

Продолжение табл 1.1.

<i>Термин</i>	<i>Определение</i>
	ваемой безопасным разделяющим трансформатором, и устройством электрических цепей, обеспечивающих необходимую степень безопасности (оборудование класса III) в условиях строительных площадок
93. Безопасный разделяющий трансформатор	Трансформатор, предназначенный для отделения сети, питающей электроприемник, от первичной электрической сети, а также от сети заземления или зануления, с целью обеспечения электробезопасности
94. Непроводящая окружающая среда	Защитное средство от прикосновения человека или животного к открытым проводящим частям, которые могут стать опасными токоведущими, обеспечивающее защиту высоким электрическим сопротивлением стен и полов и отсутствием заземленных проводящих частей
95. Зона досягаемости	Зона, доступная непосредственному прикосновению человека, находящегося на рассматриваемой поверхности (рис. 1.6.)
96. Барьер	Часть, предотвращающая непреднамеренный прямой контакт, но не могущая предотвратить прямой контакт при преднамеренном действии
97. Ограждение	Часть, обеспечивающая защиту от прямого контакта со стороны обслуживания
98. Оболочка	Часть, окружающая наружные части оборудования с целью предотвращения доступа к опасным токоведущим частям со всех сторон
99. Экран	Проводящая часть, которая окружает или отделяет электрические цепи и/или проводники
100. Защитный экран	Экран, используемый для отделения электрической цепи и/или проводников от опасных токоведущих частей

Продолжение табл 1.1.

<i>Термин</i>	<i>Определение</i>
101. Защитное экранирование	Отделение электрических цепей и/или проводников от опасных токоведущих частей защитным экраном, соединенным с системой защитного уравнивания потенциалов, и предназначенное для обеспечения защиты от электрического удара

Таблица 1.2.

Классификация электроустановок по мерам электробезопасности

<i>Номинальное напряжение электроустановки, кВ</i>	<i>Режим нейтрали</i>	<i>Классификация электроустановок</i>
До 1 кВ	Заземленная нейтраль	Электроустановка до 1 кВ с заземленной нейтралью
	Изолированная нейтраль	Электроустановка до 1 кВ с изолированной нейтралью
Выше 1 кВ	Эффективно заземленная нейтраль	Электроустановка выше 1 кВ в сетях с эффективно заземленной нейтралью
	Изолированная нейтраль	Электроустановка выше 1 кВ с изолированной нейтралью

Таблица 1.3.

*Классификация помещений и территорий строительных площадок
по опасности электропоражения*

<i>Помещение, территория</i>	<i>Условия, создающие опасность</i>
1. Помещение без повышенной опасности	Отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность (см. пп. 2 и 3)
2. Помещение с повышенной опасностью	Наличие в нем одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: а) сырости или токопроводящей пыли (см. табл. 1.1., п. 7, 10); б) токопроводящих полов (металлических, земляных, железобетонных, кирпичных и т.п.); в) высокой температуры (см. табл. 1.1., п. 9); г) возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлическим или железобетонным конструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования — с другой
3. Особо опасное помещение	Наличие одного из следующих условий, создающих особую опасность: а) особой сырости (см. табл. 1.1., п. 8); б) химически активной или органической среды (см. табл. 1.1., п. 11); в) одновременно двух или более условий повышенной опасности (см. п. 2)
4. Территория размещения наружных электроустановок на строительной площадке	По опасности поражения людей электрическим током эта территория строительной площадки приравнивается к особо опасному помещению

Таблица 1.4.

Виды электропроводок

<i>Вид электропроводки</i>	<i>Определение</i>	<i>Способы прокладки проводов и кабелей</i>
Открытая электропроводка	Электропроводка, проложенная по поверхности стен, по фермам и другим строительным элементам зданий и сооружений, по опорам и т.п.	Непосредственно по поверхности стен, потолков, на струнах, полосах, тросах, роликах, изоляторах, в трубах, коробах, гибких металлических рукавах, на лотках, в электрических плинтусах и наличниках, свободной подвеской и т.п. Открытая электропроводка может быть стационарной, передвижной и переносной
Скрытая электропроводка	Электропроводка, проложенная внутри конструктивных элементов зданий и сооружений (в стенах, полах, фундаментах, перекрытиях), а также по перекрытиям в подготовке пола, непосредственно под съемным полом и т.п.	В трубах, гибких металлических рукавах, коробах, замкнутых каналах и пустотах строительных конструкций, в заштукатуриваемых бороздах, под штукатуркой, а также замоноличиванием в строительные конструкции при их изготовлении
Наружная электропроводка	Электропроводка, проложенная по наружным стенам зданий и сооружений, под навесами и т.п., а также между зданиями на опорах (не более четырех пролетов длиной до 25 м каждый) вне дорог и т.п.	Наружная электропроводка может быть открытой и скрытой

1.2. Системы заземления электроустановок

Системы электроснабжения классифицируются Международной электротехнической комиссией (МЭК) в зависимости от способа заземления распределительной сети и примененных мер защиты от поражения электрическим током. Распределительные сети подразделяются на сети с заземленной нейтралью и сети с изолированной нейтралью. Стандарт МЭК-364 подразделяет распределительные сети в зависимости от конфигурации токоведущих проводников, включая нулевой рабочий (нейтральный) проводник, и типов систем заземления. При этом используются следующие обозначения. Первая буква, I или T, характеризует связь с землей токоведущих проводников (заземление сети). Вторая буква, T minN, характеризует связь с землей открытых проводящих частей (ОПЧ) и сторонних проводящих частей (СПЧ) (заземление оборудования и СПЧ).

Первая буква (I или T). Первая буква I означает, что все токоведущие части изолированы от земли или что одна точка сети связана с землей через сопротивление, или — через разрядник, или — воздушный промежуток. Сети с изолированной нейтралью (I) могут быть: (1) весьма малыми сетями, такими как сети безопасного сверхнизкого напряжения (БСНН или SELV) с электрическим отделением с помощью безопасных разделяющих трансформаторов, или (2) средними по размеру — такими, которые используются для питания отдельных цехов промышленных предприятий.

Использование системы IT ограничивается специальным применением в тех производствах, где перерыв электроснабжения может быть опасен.

Первая буква T указывает на прямую связь, по меньшей мере одной точки сети, с землей (terra). Например, питаемая от вторичной обмотки трансформатора, соединенной в звезду, трехфазная распределительная сеть с нейтральным проводником, напряжением 127/220 В или 220/380 В с нейтралью, соединенной с землей через заземляющее устройство.

Вторая буква (T или N). Вторая буква означает тип соединения между ОПЧ, защитным заземляющим проводником (зазем-

ление оборудования) электроустановки и земель. Вторая буква Т означает прямое соединение между ОПЧ и СПЧ и земель (terra), независимое от системного заземления, которое может содержать или не содержать токоведущие части системы. Вторая буква N означает прямое соединение ОПЧ и СПЧ с заземленной точкой (точками) сети посредством PEN- или PE-проводника.

Таблица 1.5

Сетевое (рабочее) и защитное заземление

Обозначение системы	Сетевое (рабочее) заземление	Защитное заземление проводящих частей
IT	Непосредственное соединение с землей отсутствует. Допускается соединение с землей через сопротивление, воздушный промежуток, разрядник и т.д.	Непосредственное соединение с землей, независимое от сетевого заземления
TT	Соединение с землей в одной или нескольких точках распределительной сети за пределами сети потребителя	Непосредственное соединение с землей, независимое от сетевого заземления
TN	Соединение с землей в одной или нескольких точках распределительной сети и в одной или более точках в сети потребителя	Соединение с "сетевой землей" с помощью PE-или PEN-проводника
TI	Соединение с землей в одной или нескольких точках распределительной сети за пределами сети потребителя	Отсутствуют соединения с землей и с сетевым заземлением

Токоведущие части сети соединяются с землей для ограничения напряжения, которое может появиться на них в результате прямого удара молнии (п.у.м.) или вторичных проявлений молнии (индуцированные волны перенапряжений), или в результате непреднамеренного контакта с линиями более высокого напряжения, или в результате пробоя изоляции токоведущих частей распределительной сети.

Причины, по которым не соединяют токоведущие части распределительной сети с землей, следующие: во избежание перерыва питания потребителя при единственном повреждении (пробой изоляции на землю токоведущих частей распределительной сети); во избежание искрообразования во взрыво- и пожароопасных зонах при единственном повреждении изоляции токоведущих частей сети. Заземление электрооборудования, а точнее — заземление открытых проводящих частей (ОПЧ), является одной из многочисленных мер, которые могут быть использованы для защиты от поражения электрическим током. Заземление ОПЧ предполагает создание эквипотенциальной среды, что снижает вероятность появления напряжения на теле человека. В системе TN заземление ОПЧ обеспечивает создание для тока замыкания цепи с низким сопротивлением. Это облегчает работу устройств защиты от сверхтока.

Обозначения TN, TT и IT относятся только к конфигурации распределительных сетей. Эти обозначения имеют ограниченное отношение к различным методам, которые могут быть использованы для обеспечения защиты от поражения электрическим током, включая заземление ОПЧ. Хотя каждая система обеспечивается посредством соединения ОПЧ с землей, эффективный метод, используемый в установке для защиты от поражения электрическим током, может включать другие меры защиты.

На рис. 1.1. — 1.5. даны системы трёхфазных сетей. Принятые на рисунках обозначения имеют следующий смысл. Первая буква:

Т — непосредственное присоединение одной точки токоведущих частей источника питания к земле,

И — все токоведущие части изолированы от земли, или одна точка заземлена через сопротивление.

Вторая буква — характер заземления открытых проводящих частей (ОПЧ) электроустановки:

Т — непосредственная связь ОПЧ с землёй, независимо от характера связи источника питания с землёй,

N — непосредственная связь ОПЧ с точкой заземления источника питания (в системах переменного тока обычно заземляется нейтралью).

Последующие буквы (если таковые имеются) — устройство нулевого рабочего и нулевого защитного проводника:

S — функция нулевого защитного и нулевого рабочего проводника обеспечивается раздельными проводниками;

C — функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников объединены в одном проводнике (PEN-проводник).

Система TN

Питающие сети системы TN имеют непосредственно присоединённую к земле точку. Открытые проводящие части электроустановки присоединяются к этой точке посредством нулевых защитных проводников.

В зависимости от устройства нулевого рабочего и нулевого защитного проводников различают следующие три типа системы TN:

система TN-S — нулевой рабочий и нулевой защитный проводники работают раздельно по всей системе;

система TN-C-S — функции нулевого рабочего и нулевого защитного проводников объединены в одном проводнике в части сети;

система TN-C — функции нулевого рабочего и нулевого защитного проводников объединены в одном проводнике по всей сети.

Система TT

Питающая сеть системы TT имеет точку, непосредственно связанную с землёй, а открытые проводящие части электроустановки присоединены к заземлителю, электрически независимому от заземлителя нейтрали источника питания.

Система IT

Питающая сеть системы IT не имеет непосредственной связи токоведущих частей с землёй, а открытые проводящие части электроустановки заземлены.

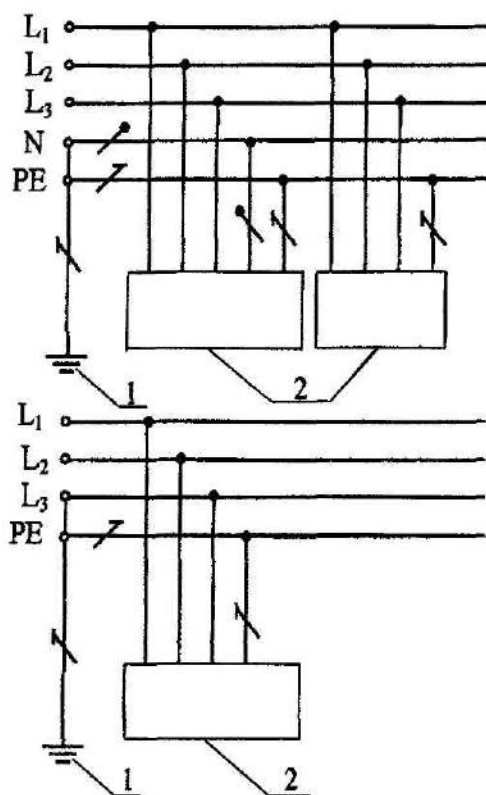


Рис.1.1. Система TN-S (нулевой рабочий и нулевой защитный проводники работают отдельно)

1 - заземлитель источника питания;
2 - открытые проводящие части

Объяснение обозначений согласно публикации МЭК 617-11 (1983)	
	нулевой рабочий проводник (N)
	нулевой защитный проводник (PE)
	совмещённый нулевой рабочий и защитный проводник (PEN)

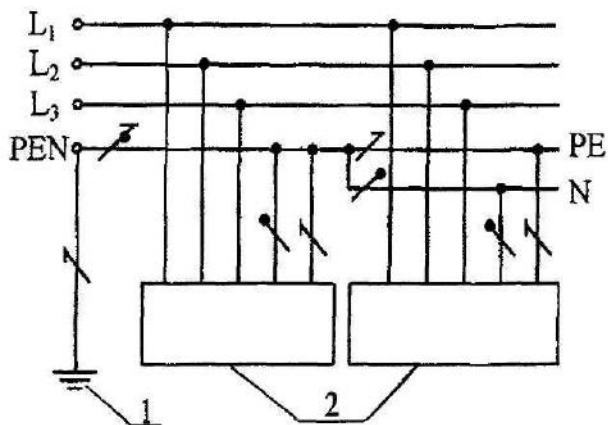


Рис.1.2. Система TN-C-S (в части сети нулевой рабочий и нулевой защитный проводники объединены)
 1 - заземлитель источника питания;
 2 - открытые проводящие части

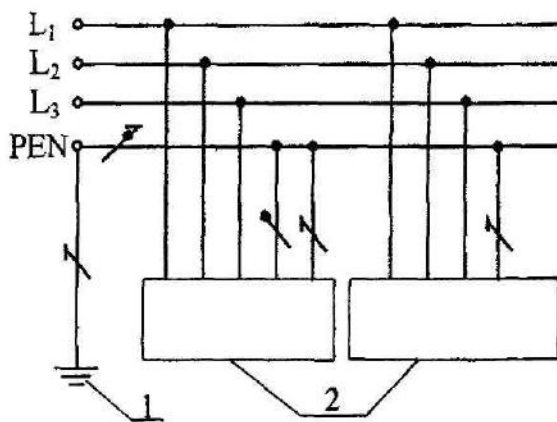


Рис.1.3. Система TN-C (нулевой рабочий и нулевой защитный проводники объединены по всей сети)
 1 - заземлитель источника питания;
 2 - открытые проводящие части

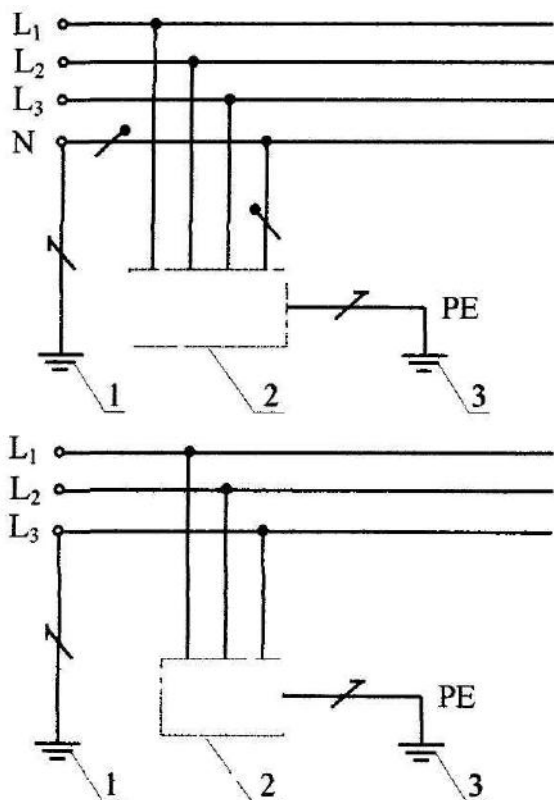


Рис.1.4. Система ТТ 1 -
 заземлитель источника питания;
 2 - открытые проводящие части,* 3 -
 заземлитель корпусов оборудования

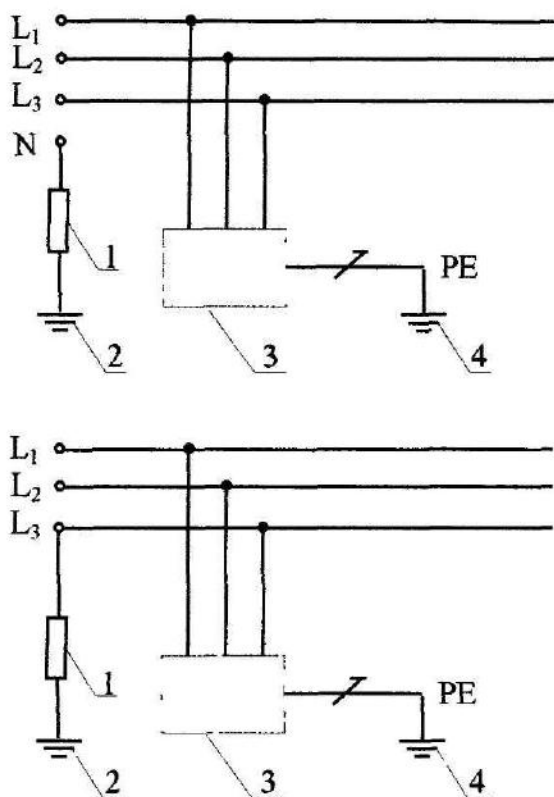


Рис 1.5. Система IT
 1 - сопротивление;
 2 - заземлитель источника питания;
 3 - открытые проводящие части; 4 -
 заземлитель корпусов оборудования

1.3. Общие требования электробезопасности электроустановок строительных площадок и возводимых зданий

Основное правило устройства электроустановок строительных площадок и возводимых зданий

1.1. Все электроустановки переменного и постоянного тока напряжением до 1 кВ должны удовлетворять требованиям *основного правила устройства электроустановок*:

Опасные токоведущие части электроустановки не должны быть доступны для непреднамеренного прямого прикосновения к ним, а доступные прикосновению открытые проводящие части, сторонние проводящие части, защитные проводники и заземляющие проводники (РЕ-проводники), а также открытые токоведущие части цепей обратного тока, включая PEN-проводники, не должны быть опасны при прямом прикосновении к ним как при нормальном режиме работы, так и при повреждении изоляции опасных токоведущих частей.

Напряжение шага на территории электроустановки и в пределах зоны растекания тока с заземлителя в землю не должно быть опасно как при нормальном режиме работы, так и при повреждении изоляции опасных токоведущих частей.

Кроме того, опасные токоведущие части электроустановки напряжением до 1 кВ не должны быть опасны при *случайном* непреднамеренном прямом прикосновении к ним при нормальном режиме работы.

Токи токоведущих и проводящих частей электроустановки и — сторонних проводящих частей, I_i , а также сосредоточенный ток утечки с опасных токоведущих частей электроустановки в землю I_{Δ} , не должны превышать предельно допустимых значений $[I_i]$ и $[I_{\Delta}]$, соответственно, с учетом длительности нагрева этих частей при всех возможных режимах работы электроустановки, включая повреждение изоляции токоведущих частей.

Для обеспечения сформулированного требования должны быть применены защита от сверхтока в токоведущих и проводящих частях и защита от превышения сосредоточенным током утечки предельно допустимого значения $[I_{\Delta}]$ с учетом длительности протекания

ния этих токов при всех возможных режимах работы электроустановки, включая повреждение изоляции токоведущих частей.

В качестве защиты от сверхтока должно быть использовано автоматическое отключение, в том числе с применением устройств защиты, реагирующих на дифференциальный ток.

В качестве защиты от превышения сосредоточенным током утечки I_{Δ} предельно допустимого значения $[I_{\Delta}]$ должны быть применены устройства защиты, реагирующие на дифференциальный ток, с номинальным отключающим дифференциальным током $I_{\Delta n}$, не превышающим 300 мА.

Для защиты от поражения электрическим током в электроустановках должны быть применены основная защита от непреднамеренного прямого прикосновения к опасным токоведущим частям и защита при прямом прикосновении к открытым проводящим частям, сторонним проводящим частям, защитным проводникам и заземляющим проводникам (РЕ-проводникам), а также к открытым токоведущим частям цепей обратного тока, включая PEN-проводники, в нормальном режиме работы, а также при повреждении изоляции опасных токоведущих частей электроустановки.

В электроустановках для защиты от поражения электрическим током должна быть применена дополнительная защита при *случайном* непреднамеренном прямом прикосновении к опасным токоведущим частям при нормальном режиме работы.

В качестве основной защиты от непреднамеренного прямого прикосновения к опасным токоведущим частям в электроустановках могут быть применены:

- изоляция, соответствующая минимальному испытательному напряжению, и усиленная изоляция;
- ограждения и оболочки;
- электрическое разделение цепей (защитное разделение).

В электроустановках в качестве основной защиты от непреднамеренного прямого прикосновения к опасным токоведущим частям могут быть применены:

- двойная изоляция (оборудование класса II);
- системы БСНН, ЗСНН, ФСНН (оборудование класса III);
- электрическое разделение цепей (защитное разделение).

В качестве дополнительной защиты от поражения электрическим током при *случайном* непреднамеренном прямом прикоснове-

нии к опасным токоведущим частям при нормальном режиме работы в электроустановках должны быть применены устройства защиты, реагирующие на дифференциальный ток, с номинальным отключающим дифференциальным током $I_{\Delta n}$ не превышающим 30 мА.

В качестве защиты при повреждении изоляции в электроустановках могут быть использованы:

- уравнивание потенциалов, в том числе местное;
- заземление, в том числе повторное;
- автоматическое отключение, в том числе с применением устройств защиты от сверхтоков и устройств защиты, реагирующих на дифференциальный ток с номинальным отключающим дифференциальным током $I_{\Delta n}$ не превышающим 30 мА;
- электрическое разделение цепей;
- проводящие экраны;
- проводящие оболочки;
- дополнительная изоляция;
- усиленная изоляция.

Кроме того, для защиты при повреждении изоляции могут быть применены:

- использование проводящих частей (в том числе, экранов, оболочек) в качестве PEN-проводников;
- зануление (системы TN, в том числе TN-C, TN-C-S, TN-S);
- двойная изоляция (оборудование класса II);
- системы БСНН, ЗСНН, ФСНН (оборудование класса III).

Защита от непреднамеренного прямого прикосновения к токоведущим частям (основная защита от прямого прикосновения) и защита при прямом прикосновении к открытым проводящим частям, сторонним проводящим частям, защитным проводникам и заземляющим проводникам (РЕ-проводникам), а также открытым токоведущим частям цепей обратного тока, включая РЕІЯ-проводники, в нормальном режиме работы, а также при повреждении изоляции токоведущих частей электроустановки (защита «при повреждении» или «защита при косвенном прикосновении») не требуются, если электрооборудование находится в зоне действия системы уравнивания потенциалов и номинальное напряжение не превышает:

- 6 В переменного тока или 15 В выпрямленного тока.

Заземление электроустановок строительных площадок и возводимых зданий

1.2. Заземление или зануление ОПЧ электроустановок следует выполнять:

при номинальных напряжениях выше 25 В переменного тока и выше 60 В постоянного тока.

Заземление или зануление ОПЧ электроустановок не требуется при номинальных напряжениях до 25 В переменного тока и до 60 В постоянного тока во всех случаях, кроме указанных в 2.6., п.6;

1.3. Во взрывоопасных зонах любого класса подлежат занулению(заземлению) также:

а) электроустановки при всех напряжениях переменного и постоянного тока;

б) электрооборудование, установленное на зануленных (заземленных) металлических конструкциях, которые в соответствии с 2.7., п.1 в невзрывоопасных зонах разрешается не занулять (не заземлять).

Это требование не относится к электрооборудованию, установленному внутри зануленных (заземленных) корпусов шкафов и пультов.

Использование естественных заземляющих устройств

1.4. Для заземления электроустановок в первую очередь должны быть использованы естественные заземляющие устройства. Если при этом сопротивление заземляющих устройств или напряжение прикосновения имеют допустимые значения, а также обеспечиваются нормированные значения напряжения на заземляющем устройстве, то искусственные заземлители должны применяться лишь при необходимости снижения плотности токов, протекающих по естественным защитным проводникам (РЕ- и PEN-проводникам) (см. 8.3.) или стекающих с естественных заземлителей (см. 8.5., 8.6.).

Объединение заземляющих устройств

1.5. Для заземления электроустановок различных назначений и различных напряжений, территориально приближенных одна к другой, рекомендуется применять одно общее заземляющее устройство.

Для объединения заземляющих устройств различных электроустановок в одно общее заземляющее устройство следует использовать все имеющиеся в наличии естественные, в особенности протяжённые, заземляющие проводники.

Заземляющее устройство, используемое для заземления электроустановок одного или различных назначений и напряжений, должно удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к заземлению этих электроустановок: защиты людей и животных от поражения электрическим током при повреждении изоляции, условиям режимов работы сетей, молниезащиты, защиты электрооборудования от атмосферных и коммутационных перенапряжений, защиты технологического оборудования и электрооборудования от статического электричества и т. д. Если заземляющее устройство используется как для защиты, так и для нормальной работы электроустановки, в первую очередь следует соблюдать требования, предъявляемые к мерам защиты от поражения электрическим током.

Удельное сопротивление земли

1.6. Требуемые настоящими Нормами сопротивления заземляющих устройств и напряжения прикосновения должны быть обеспечены при наиболее неблагоприятных условиях.

Удельное сопротивление земли следует определять, принимая в качестве расчётного значение, соответствующее тому сезону года, при котором сопротивление заземляющего устройства или напряжение прикосновения принимает наибольшие значения.

Режим нейтрали электроустановок до 1 кВ

1.7. Электроустановки до 1 кВ переменного тока могут выполняться с заземлённой нейтралью (системы: TN-C, TN-C-S, TN-S) или с изолированной нейтралью (система IT), электроустановки постоянного тока — с заземлённой (системы TN-C, TN-C-S, TN-S) или изолированной (система IT) средней точкой, а электроустановки с однофазными источниками тока — с одним заземлённым

(система TN-S) или с обоими изолированными выводами (система IT).

В четырёхпроводных сетях трёхфазного тока и трёхпроводных сетях постоянного тока заземление нейтрали или средней точки источников тока (система TN-C) является обязательным (см. также 1.34.).

Зануление и устройства защиты

1.8. В электроустановках до 1 кВ с заземлённой нейтралью или заземлённым выводом источника однофазного тока, а также с заземлённой средней точкой в трёхпроводных сетях постоянного тока, должно быть выполнено зануление (система TN), при этом характеристики устройств защиты должны обеспечивать предельно допустимые времена отключения согласно табл. 4.6.1. Применение в таких электроустановках заземления корпусов электроприёмников (ОПЧ) без их зануления (система TT) не допускается.

Применение электроустановок до 1 кВ с изолированной нейтралью

1.9. Электроустановки до 1 кВ переменного тока с изолированной нейтралью или изолированным выводом источника однофазного тока (система IT), а также электроустановки постоянного тока с изолированной средней точкой, следует применять при недопустимости перерыва питания при первом замыкании на землю (для передвижных установок). Для таких электроустановок в качестве защитной меры должно быть выполнено заземление в сочетании с автоматическим контролем изоляции сети или защитное отключение, при этом характеристики устройств защиты должны обеспечивать предельно допустимые времена отключения согласно табл. 3.1.

Применение УЗО-Д в качестве дополнительной защиты в электроустановках до 1 кВ

1.10. В электроустановках напряжением до 1 кВ устройство за-

щитного отключения с номинальным током срабатывания, не превышающим 30 мА, рекомендуется применять в качестве дополнительной меры защиты от поражения электрическим током при *случайном* непреднамеренном прямом прикосновении в нормальном режиме в случае недостаточности или отказа других мер защиты. Применение таких устройств не может быть единственной мерой защиты и не исключает необходимость применения одной из защитных мер, указанных в 1.1. Устройства защитного отключения могут применяться только в качестве дополнительной меры защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме.

1.11. В системах TN-S и TN-C-S устройство защитного отключения с номинальным током срабатывания, не превышающим 30 мА, может быть применено в качестве основной защиты от поражения электрическим током при косвенном прикосновении.

Защита сети до 1 кВ с изолированной нейтралью

1.12. Трёхфазная сеть до 1 кВ с изолированной нейтралью или однофазная сеть до 1 кВ с изолированным выводом (система IT), связанная через трансформатор с сетью выше 1 кВ, должна быть защищена пробивным предохранителем от опасности, возникающей при повреждении изоляции между обмотками высшего и низшего напряжений трансформатора. Пробивной предохранитель должен быть установлен в нейтрали или фазе на стороне низшего напряжения каждого трансформатора. При этом должен быть предусмотрен контроль за целостью пробивного предохранителя.

Применение оборудования класса II

1.13. В электроустановках до 1 кВ для предотвращения появления опасного напряжения на доступных прикосновению открытых проводящих частях электрооборудования при пробое основной изоляции может быть применено *оборудование класса II* или с равноценной изоляцией.


Защита обеспечивается следующими мерами:

Применением оборудования указанных ниже типов, выдержав-


шего контрольные испытания согласно соответствующим стандартам:

— электрическое оборудование с двойной или усиленной изоляцией (оборудование класса II);

— блоки электрооборудования заводского изготовления со сплошной изоляцией.

Примечание. Указанное оборудование обозначается знаком  ;

применением дополнительной изоляции, наносимой при монтаже на электрооборудование, имеющее только основную изоляцию. Дополнительная изоляция должна обеспечивать безопасность равноценную безопасности для оборудования класса II и подчиняться требованиям, приведённым ниже.

Примечание. Знак  следует наносить на видном месте наружной и внутренней сторон кожуха (корпуса);

применением усиленной изоляции, накладываемой на неизолированные токоведущие части во время монтажа электроустановки. Усиленная изоляция должна обеспечивать уровень безопасности, равноценный уровню безопасности класса II. Такая изоляция применяется только там, где конструкция оборудования не позволяет применять двойную изоляцию.

Применение изолирующих оболочек

1.14. Электрооборудование, все открытые проводящие части которого отделены от опасных токоведущих частей только основной изоляцией, перед пуском в эксплуатацию должно быть заключено в изолирующую оболочку, обеспечивающую степень защиты не ниже IP2X.

Изолирующая оболочка должна быть устойчива к возможным электрическим, термическим и механическим нагрузкам.

Покрытия краской, лаком и т. п. не соответствуют этим требованиям. Разрешается применение оболочек, имеющих указанные покрытия, если это допускается соответствующими стандартами, и оболочка с такими покрытиями прошла контрольные испытания.

Изолирующая оболочка оборудования не должна пересекаться проводящими частями, способными выносить потенциал. Оболочка не должна иметь винтов из изоляционного материала, замена которых на металлические винты могла бы вызвать снижение изоляции, обеспечиваемой этой оболочкой.

Примечание. Если на изолирующей оболочке должны быть механические стыки или соединения, пересекающие её (например, рукоятки управления аппаратов, расположенных внутри оболочки), их устройство не должно ослаблять защитные свойства оболочки.

Если оболочка имеет дверцы или крышки, которые могут открываться без применения инструмента или ключа, все проводящие части, доступные при открытии дверцы или снятой крышке, должны быть защищены изоляционным ограждением, обеспечивающим степень защиты не ниже IP2X и препятствующим непреднамеренному прикосновению к этим частям. Такое ограждение должно сниматься только с помощью инструмента.

Открытые проводящие части, заключенные в изолирующую оболочку, не должны присоединяться к защитному проводнику.

Однако могут быть обеспечены технические средства для присоединения защитных проводников, проходящих через оболочку для обслуживания других частей электрооборудования, питающая цепь которого также проходит через эту оболочку. Внутри оболочки такие проводники и их зажимы должны иметь изоляцию как у опасных токоведущих частей, а зажимы должны иметь соответствующую маркировку.

Открытые проводящие части не должны присоединяться к защитному проводнику, если это не предусмотрено техническими условиями на соответствующее оборудование.

Электрическое разделение цепей

1.15. В электроустановках до 1 кВ, где в качестве защитной меры применяется *электрическое разделение цепей* (защитное разделение), номинальное напряжение электрически отделённой цепи не должно превышать 500 В.

Электрическое разделение цепей предназначено для предотвращения поражения электрическим током при прикосновении к

открытым проводящим частям одной цепи, в случае возникновения короткого замыкания в другой цепи.

Защита посредством электрического разделения цепей обеспечивается соблюдением следующих требований.

Цепь должна питаться от отдельного источника питания:

- безопасного разделяющего трансформатора или
- источника тока, обеспечивающего степень безопасности, равноценную степени, обеспечиваемой безопасным разделяющим трансформатором.

Если источник питает несколько электроприемников, их открытые проводящие части не должны иметь электрической связи с металлической оболочкой источника питания.

Токоведущие части электрически отделенной цепи не должны иметь точек присоединения к другой цепи или к земле.

Гибкие кабели и шнуры должны быть доступны для осмотра по всей длине, где возможны механические повреждения.

Для разделенных цепей рекомендуется использование отдельных трасс электропроводок. Если это невозможно, необходимо использовать в общей электропроводке для разделённых сетей кабели без металлических покровов, изолированные проводники, проложенные в изоляционных трубах, коробах или каналах, при условии, что эти кабели и проводники рассчитаны на самое высокое напряжение, присутствующее в сети, и каждая цепь защищена от сверхтоков.

Если отдельная цепь питает только один электроприемник, открытые проводящие части цепи не должны быть присоединены ни к защитному проводнику, ни к открытым проводящим частям других цепей.

Если приняты меры для защиты отделенной цепи от повреждения и пробоя изоляции, то источник питания может питать несколько электроприемников при условии выполнения следующих требований:

- открытые проводящие части отделенной цепи должны быть соединены между собой изолированным незаземленным проводником системы уравнивания потенциалов. Такие проводники не должны быть соединены ни с защитными проводниками, ни с открытыми проводящими частями других цепей, ни со сторонними проводящими частями;

— все штепсельные розетки должны иметь защитный контакт, который должен быть присоединен к системе уравнивания потенциалов;

— все гибкие кабели, за исключением питающих оборудование класса II, должны иметь защитный проводник, применяемый в качестве проводника системы уравнивания потенциалов;

— при двойном замыкании разных фаз на две открытые проводящие части устройство защиты должно обеспечивать отключение питания за время отключения, указанное в табл. 6.1.

Системы БСНН и ЗСНН

1.16. В электроустановках для защиты от прямого прикосновения может быть применена *система БСНН* или *ЗСНН* при номинальном напряжении источника питания, не превышающем для условий строительных площадок 25 В переменного тока или 60 В постоянного тока. В качестве источника питания могут быть использованы:

1. Безопасный разделяющий трансформатор.
2. Источник тока, который обеспечивает степень безопасности, равноценную степени, обеспечиваемой безопасным разделяющим трансформатором.
3. Электрохимический источник питания (гальванический элемент или аккумулятор) или другой независимый источник (например, двигатель-генератор).
4. Электронные устройства, в которых предусмотрены меры, обеспечивающие, в случае внутреннего замыкания на корпус, не возможность превышения выходного напряжения выше значений БСНН.

Допускаются более высокие значения выходного напряжения, если, в случае прямого или косвенного прикосновения, напряжение на выходе уменьшается до безопасных значений.

Токоведущие части цепей систем БСНН и ЗСНН должны быть электрически отделены друг от друга и прочих цепей. Устройство цепей должно гарантировать электрическое разделение, по меньшей мере, равноценное разделению между цепями первичной и вторичной обмоток разделяющего трансформатора.

Примечания:

1. Это требование не исключает присоединение цепи системы ЗСНН к заземляющему устройству.

2. Электрическое разделение, по меньшей мере, равноценное разделению между первичной и вторичной обмотками безопасного разделяющего трансформатора, необходимо между токоведущими частями такого электрооборудования как реле, контакторы, вспомогательные выключатели и любой частью цепи более высокого напряжения.

Проводники цепей систем БСНН и ЗСНН должны отделяться от проводников любых прочих цепей. Если это невозможно, должно выполняться одно из следующих требований:

— проводники цепей систем БСНН и ЗСНН должны помещаться в неметаллическую оболочку в дополнение к своей основной изоляции;

— проводники цепей на различные напряжения должны разделяться заземленным металлическим экраном или заземленной металлической оболочкой.

Вилки и розетки для цепей систем БСНН и ЗСНН должны отвечать следующим требованиям:

— вилки не должны входить в штепсельные розетки других напряжений;

— штепсельные розетки не должны допускать включение вилок на другие напряжения;

— штепсельные розетки не должны иметь защитного контакта.

Особенности выполнения системы БСНН

1.17. Токоведущие части цепей системы БСНН не должны присоединяться к заземлителю, токоведущим частям и защитным проводникам, относящимся к другим цепям.

Открытые проводящие части не должны преднамеренно присоединяться:

— к заземлителю;

— к защитным проводникам или открытым проводящим частям другой цепи;

— к сторонним проводящим частям, кроме случая, когда необходимо их соединение с электрооборудованием, но при этом сами части не могут оказаться под напряжением выше БСНН.

Если номинальное напряжение превышает 25 В переменного тока или 60 В выпрямленного тока, защита от прямого прикосновения должна обеспечиваться:

- ограждениями или оболочками, обеспечивающими степень защиты, по меньшей мере, IPXXB, или

- изоляцией, выдерживающей испытательное напряжение 500 В переменного тока (действующее значение) в течение 1 мин.

Примечание. Под «выпрямленным» понимается напряжение, переменная составляющая которого не превышает 10% действующего значения, например при номинальном значении 120 В выпрямленного тока амплитудное значение не превышает 140 В.

Особенности выполнения системы ЗСНН

1.18. Когда цепи системы ЗСНН заземлены и не требуется система БСНН, должны выполняться следующие требования.

1. Защита от прямого прикосновения должна осуществляться одним из двух способов:

- с помощью ограждений или оболочек, способных обеспечить степень защиты по крайней мере IPXXB, или

- изоляции, выдерживающей испытательное напряжение 500 В переменного тока (действующее значение) в течение 1 мин.

2. Защита от прямого прикосновения не требуется, если электрооборудование находится в зоне действия системы уравнивания потенциалов и номинальное напряжение не превышает:

- 25 В переменного тока или 60 В выпрямленного тока при условии, что оборудование нормально эксплуатируется только в сухих помещениях и мала вероятность контакта человеческого тела с частями, могущими оказаться под напряжением;

- 6 В переменного тока или 15 В выпрямленного тока во всех остальных случаях.

Система ФСНН

1.19. В случаях, когда по условиям эксплуатации (функционирования) для питания электроустановки используется напряжение, не превышающее 50 В переменного тока (действующее значение) или 120 В постоянного (выпрямленного) тока и при этом требования, касающиеся применения систем БСНН и ЗСНН, не могут быть

выполнены, или в их применении нет необходимости, используют дополнительные меры защиты, как от прямого, так и от косвенного прикосновений. Система этих мер определяется как *система ФСНН*.

Примечание. Такие условия могут иметь место, когда цепь содержит оборудование, недостаточно изолированное относительно цепей с более высоким напряжением (реле, дистанционные переключатели, контакторы и т. п.).

Защита от прямого прикосновения должна быть обеспечена:

- ограждениями или оболочками, или
- изоляцией, соответствующей минимальному испытательному напряжению, требуемому для первичной цепи.

Если изоляция не выдерживает указанное напряжение, она должна быть усилена в процессе монтажа оборудования так, чтобы выдерживать испытательное напряжение 1500 В переменного тока (действующее значение) в течение 1 мин.

Защита от косвенного прикосновения должна быть обеспечена:

- соединением открытых проводящих частей оборудования в цепи системы ФСНН с защитным проводником первичной цепи при условии, что последний защищен при помощи автоматического отключения питания;
- соединением открытых проводящих частей оборудования в цепи системы ФСНН с проводником незаземленной системы уравнивания потенциалов первичной цепи, для которой защита осуществляется электрическим разделением.

1.20. Вилки и штепсельные розетки

Вилки и розетки для цепей системы ФСНН должны удовлетворять следующим требованиям:

- вилки не должны подходить к розеткам других напряжений;
- штепсельные розетки не должны допускать включение вилок на другие напряжения.

Условия применения других мер защиты

1.21. При невозможности выполнения заземления, зануления и защитного отключения, удовлетворяющих требованиям настоящих Норм, или если это представляет значительные трудности по технологическим причинам, допускается применение ограждений и оболочек, установка барьеров, размещение вне зоны досягаемости

ти, использование изолирующих (непроводящих) помещений и зон, а также обслуживание электрооборудования с изолирующих площадок.

Ограждения и оболочки

1.22. *Ограждения и оболочки* предназначены для предотвращения любого прикосновения к опасным токоведущим частям электроустановки.

Опасные токоведущие части должны располагаться в оболочках или за ограждениями, предусматривающими степень защиты IP2X, кроме случаев, когда большие зазоры необходимы для нормальной работы оборудования согласно требованиям к оборудованию, или такие зазоры возникают во время перемещения частей установки (определенного вида патроны, разъемы или плавкие вставки). В таких случаях должны быть приняты соответствующие меры предосторожности для предотвращения непреднамеренного прикосновения к опасным токоведущим частям и установка должна обслуживаться специально обученным персоналом.

Ограждения и оболочки должны быть надежно закреплены и иметь достаточную прочность и долговечность.

Если необходимо снять ограждение или вскрыть оболочку или ее части, это может быть сделано только:

- с помощью ключа или специального инструмента, или
- после обесточивания опасных токоведущих частей, защищенных этими ограждениями или оболочками, или
- если поставлены промежуточные ограждения, обеспечивающие степень защиты, по крайней мере IP2X и которые могут быть сняты также только при применении специального ключа или инструмента.

Барьеры

1.23. *Барьеры* предназначены для предотвращения случайного прикосновения к опасным токоведущим частям, но не исключают прикосновения при обходе барьера.

Барьер должен препятствовать:

- непреднамеренному приближению к опасным токоведущим частям или

— непреднамеренному прикосновению к опасным токоведущим частям при эксплуатации электрооборудования.

Барьеры могут быть съёмными, снимающимися без применения ключа или инструмента, но они должны быть закреплены таким образом, чтобы их нельзя было снять непреднамеренно.

Для электроустановок строительных площадок защита посредством барьеров от случайного контакта с опасными токоведущими частями, если они могут быть доступны, разрешается в случае, когда другие защитные меры не могут быть применены, и при этом только в течение очень ограниченного времени.

Размещение вне зоны досягаемости

1.24. *Защита путем размещения вне зоны досягаемости* предназначена для предотвращения непреднамеренных прикосновений к опасным токоведущим частям.

Части электроустановки с разными потенциалами, доступные одновременному прикосновению, не должны находиться внутри зоны досягаемости.

Примечание. Две части считаются доступными одновременному прикосновению, если они находятся на расстоянии не более 2,5 м друг от друга (рис 16)

Если пространство, где обычно находится и работает персонал, ограничено в горизонтальном направлении препятствием (например, поручнем, сеткой), обеспечивающим степень защиты не менее IP2X, то зона досягаемости начинается с этого препятствия. В вертикальном направлении зона досягаемости составляет 2,5 м от поверхности, на которой находится персонал.

Примечание. Габариты зоны досягаемости предполагают непосредственное прикосновение голыми руками без вспомогательных приспособлений (например, инструмента или лестницы)

Указанные расстояния должны быть увеличены с учётом габаритов предметов большей длины или большего объёма, которые обычно переносят через эту зону.

Для электроустановок строительных площадок защита вынесением за пределы зоны досягаемости разрешается только для воздушных линий, проходящих над строительными площадками.

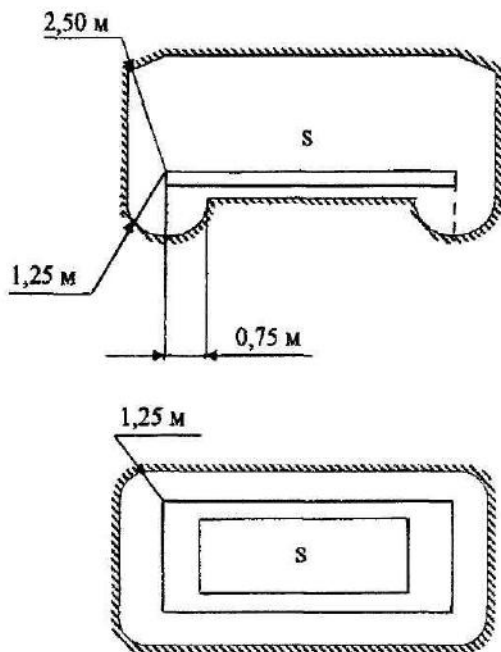



Рис. 1.6. Зона досягаемости
 — граница зоны досягаемости; S — поверхность, на которой может находиться человек; 0,75; 1,25; 2,50 м — расстояния от края поверхности S до границы зоны досягаемости

Изолирующие площадки

1.25. Обслуживание электрооборудования с *изолирующих площадок*, а также с использованием изолирующих (непроводящих) помещений и зон имеет целью предотвратить одновременное прикосновение к частям, оказавшимся под разными потенциалами

в случае повреждения основной изоляции опасных токоведущих частей.

Допускается использование оборудования класса 0 при условии соблюдения следующих требований:

Открытые проводящие части должны располагаться таким образом, чтобы при обычных условиях было невозможно коснуться одновременно:

— двух электрически не связанных открытых проводящих частей;

— открытой проводящей части и любой сторонней проводящей части, если эти части окажутся под разными потенциалами при повреждении основной изоляции опасных токоведущих частей.

В условиях строительных площадок защитная мера посредством изолирующих площадок *не разрешается*.

Изолирующие помещения

1.26. В *изолирующих помещениях (зонах)* не должен предусматриваться защитный проводник.

Требования считаются выполненными, если пол и стены помещения являются изолирующими и выполняется хотя бы одно из условий, приведенных ниже:

а) открытые проводящие части и сторонние проводящие части, а также открытые проводящие части, друг от друга удалены. Удаление считается достаточным, если расстояние между двумя частями не менее 2 м; за пределами зоны досягаемости это расстояние может быть уменьшено до 1,25 м;

б) установлены эффективные барьеры между открытыми проводящими частями и сторонними проводящими частями. Барьеры считаются эффективными, если они увеличивают расстояния до значений, установленных в а). Барьеры не должны подключаться к земле или к открытым проводящим частям; барьеры должны изготавливаться из изоляционного материала;

в) сторонние проводящие части изолированы. Изоляция должна обладать достаточной механической прочностью и выдерживать испытательное напряжение не ниже 2000 В переменного тока (действующее значение) в течение 1 мин. В нормальных условиях ток утечки не должен превышать 1 мА.

Сопротивление изолирующего пола и стен, измеренное в каждой точке, должно быть не ниже:

— 50 кОм при номинальном напряжении электроустановок не выше 500 В;

— 100 кОм при номинальном напряжении электроустановки выше 500В.

Если сопротивление в какой-либо точке меньше указанного значения, то стены и пол должны рассматриваться как сторонние проводящие части.

Принятые меры должны быть долговременными. Они должны обеспечивать защиту в тех случаях, когда предусматривается применение передвижного или переносного электрооборудования.

Необходимо принять во внимание опасность последующего ввода в изолирующее помещение сторонних проводящих частей (например, переносного или передвижного оборудования класса I, металлических водопроводных труб и т. п.), которые могут нарушить сформулированные условия.

Изоляция пола и стен не должна подвергаться воздействию влаги.

Должны быть приняты меры, предотвращающие внесение потенциала в изолирующее помещение.

В условиях строительных площадок защитная мера посредством непроводящих помещений *не разрешается*.

ГЛАВА 2. УРАВНИВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛОВ

Рекомендации этой главы следует начинать использовать на стадии проекта, продолжив их применение последовательно при разработке проектов производства строительных —, строительно-монтажных —, строительно-электромонтажных — и электромонтажных работ. В этом случае удастся избежать распространенной ошибки, совершаемой на строительной площадке — беспорядочного многократного сооружения многочисленных автономных заземляющих устройств различного функционального назначения, о необходимости которых вспоминают с непростительным опозданием, исполнение которых, выполняемое в спешке, оказывается некачественным, а использование носит одноразовый, а потому — неэффективный характер.

2.1. Общие требования

Объединение с основной системой уравнивания потенциалов

2.1.1. С целью *уравнивания потенциалов* в тех зданиях, помещениях и наружных установках, в которых применяются заземление или зануление открытых проводящих частей, должны быть объединены с основной системой уравнивания потенциалов следующие проводящие части:

— основной (магистральный) защитный проводник (РЕ-или PEN-проводник);

— основной (магистральный) заземляющий проводник или основной заземляющий зажим; металлические части строительных и производственных конструкций, стационарно проложенные трубопроводы всех назначений, металлические корпуса технологического оборудования, подкрановые и железнодорожные рельсовые пути, система центрального отопления и системы вентиляции и кондиционирования воздуха. При этом должна быть обеспечена непрерывность электрической цепи, образованной стальными и железобетонными каркасами производственных зданий и сооружений на всём протяжении их использования в качестве РЕ- или PEN-проводников (см. 7.37).

2.1.2. Сечение главного проводника системы уравнивания потенциалов должно быть не менее половины наибольшего сечения защитного проводника установки, но не менее 6 мм^2 по меди. Однако не требуется применять проводники сечением более 25 мм^2 по меди или равноценное ему, если проводник изготовлен из другого металла.

2.1.3. Сечение дополнительного проводника системы уравнивания потенциалов, соединяющего две открытые проводящие части электрооборудования, нормально не находящихся под напряжением, должно быть не менее сечения наименьшего из защитных проводников, подключенных к этим частям.

Сечение дополнительного проводника системы уравнивания потенциалов, соединяющего заземляемые части электрооборудования и металлические конструкции строительного и производственного назначения, должно быть не менее половины сечения защитного проводника электрооборудования, подключенного к данной заземляющей части.

Применение сторонних проводящих частей для уравнивания потенциалов

2.1.4. Связь для уравнивания потенциалов может быть обеспечена либо металлоконструкциями строительного и производственного назначения, либо специальными дополнительными проводниками, либо сочетанием того и другого.

2.1.5. В случае использования труб водопровода здания в качестве заземляющих или защитных проводников необходимо предусматривать шунтирование расходомеров при помощи проводника надлежащего сечения, в зависимости от того, используется ли он в качестве защитного проводника системы уравнивания потенциалов или заземляющего проводника.

Заземление и зануление открытых проводящих частей

2.1.6.1. Доступные прикосновению открытые проводящие части (ОПЧ) должны быть заземлены или занулены путём присоединения к защитному проводнику в соответствии с особенностями типов систем заземления.

К частям, подлежащим занулению или заземлению согласно 1.2. относятся:

1) корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, светильников и т. п. (см. также 1.13.—1.19.); 68

- 2) приводы электрических аппаратов;
- 3) вторичные обмотки измерительных трансформаторов (см. также 2.1.6.2. и 2.1.6.3);
- 4) каркасы распределительных щитов, щитов управления, щитков и шкафов, а также съёмные или открывающиеся части, если на последних установлено электрооборудование напряжением выше 25 В переменного тока или более 60 В постоянного тока;
- 5) металлические конструкции распределительных устройств, металлические кабельные конструкции, металлические кабельные муфты, металлические оболочки и броня контрольных и силовых кабелей, металлические оболочки проводов, металлические рукава и трубы электропроводки, кожухи и опорные конструкции шинопроводов; лотки, короба, струны, тросы и стальные полосы, на которых укреплены кабели и провода (кроме струн, тросов и полос, по которым проложены кабели с заземлённой или занулённой металлической оболочкой или бронёй), а также другие металлические конструкции, на которых устанавливается электрооборудование;
- 6) металлические оболочки и броня контрольных и силовых кабелей и проводов напряжением до 25 В переменного тока и до 60 В постоянного тока, проложенных на общих металлических конструкциях, в том числе в общих трубах, коробах, лотках и т. п. вместе с кабелями и проводами, металлические оболочки и броня которых подлежат заземлению и занулению;
- 7) металлические корпуса передвижных и переносных электроприёмников;
- 8) электрооборудование, размещённое на движущихся частях станков, машин и механизмов.

2.1.6.2. Заземление во вторичных цепях трансформаторов тока следует предусматривать в одной точке на ближайшей от трансформаторов тока сборке зажимов или на зажимах трансформаторов тока.

Для защит, объединяющих несколько комплектов трансформаторов тока, заземление должно быть предусмотрено также в одной точке; в этом случае допускается заземление через пробивной предохранитель с пробивным напряжением не выше 1 кВ с шунтирующим сопротивлением 100 Ом для стекания статического заряда.

Вторичные обмотки промежуточных разделяющих трансформаторов тока допускается не заземлять.

2.1.6.3. Вторичные обмотки трансформатора напряжения должны быть заземлены соединением нейтральной точки или одного из концов обмотки с заземляющим устройством.

Заземление вторичных обмоток трансформатора напряжения должно быть выполнено, как правило, на ближайшей от трансформатора напряжения сборке зажимов или на зажимах трансформатора напряжения.

Рекомендуется объединение заземляемых вторичных цепей нескольких трансформаторов напряжения одного распределительного устройства общей заземляющей шиной.

Для трансформаторов напряжения, используемых в качестве источников оперативного переменного тока, если не предусматривается рабочее заземление одного из полюсов сети оперативного тока, защитное заземление вторичных обмоток трансформаторов напряжения должно быть осуществлено через пробивной предохранитель.

2.1.6.4. При заземлении или занулении металлических оболочек силовых кабелей оболочка и броня должны быть соединены гибким медным проводом между собой и с корпусами муфт (концевых, соединительных и др.). На кабелях 6 кВ и выше с алюминиевыми оболочками заземление оболочки и брони должно выполняться отдельными проводниками.

Применять заземляющие или нулевые защитные проводники с проводимостью, большей, чем проводимость оболочек кабелей, не требуется, однако сечение во всех случаях должно быть не менее 6 мм² (по меди).

Сечения заземляющих проводников контрольных кабелей следует выбирать в соответствии с требованиями 7.13.

2.1.7. Не требуется преднамеренно заземлять или занулять:

1) корпуса электрооборудования, аппаратов и электромонтажных конструкций, установленных на заземлённых (занулённых) металлических конструкциях, распределительных устройствах, на щитках, шкафах, станинах станков, машин и механизмов, при условии обеспечения надёжного электрического контакта с заземлёнными или занулёнными основаниями в помещениях без повышенной опасности;

2) конструкции, перечисленные в 2.6.1., п. 5, при условии надёжного электрического контакта между этими конструкциями и установленными на них заземлённым или занулённым электрооборудованием. При этом указанные конструкции не могут быть использованы для заземления или зануления установленного на них другого электрооборудования;

3) съёмные или открывающиеся части металлических каркасов камер распределительных устройств, шкафов, ограждений и т. п., если на съёмных (открывающихся) частях не установлено электрооборудование или если напряжение установленного электрооборудования не превышает 25 В переменного тока или 60 В постоянного тока в помещениях без повышенной опасности (исключение — см. 1.2., п. 3);

4) корпуса электроприёмников с двойной изоляцией;

5) металлические скобы, закрепы, отрезки труб механической защиты кабелей в местах их прохода через стены и перекрытия и другие подобные детали, в том числе протяжные и осветительные коробки размером до 100 см², электропроводок, выполняемых кабелями или изолированными проводами, прокладываемыми по стенам, перекрытиям и другим элементам строений.

Молниезащита

2.1.8. Устройства молниезащиты (молниеотводы) должны включать в себя молниеприемники, непосредственно воспринимающие на себя удар молнии, токоотводы и заземлители.

2.1.9. Стержневые молниеприемники должны быть изготовлены из стали (круглой, полосовой, угловой, трубчатой) любой марки сечением не менее 100 мм², длиной не менее 200 мм и укреплены на опоре или непосредственно на самом защищаемом здании или сооружении.

Тросовые молниеприемники должны быть изготовлены из стальных многопроволочных канатов сечением не менее 35 мм².

2.1.10. Токоотводы, соединяющие молниеприемники всех видов с заземлителями, следует выполнять из стали. Их размеры должны быть не менее приведенных ниже:

Снаружи здания на воздухе	В земле
Диаметр круглых токоотводов и перемычек, мм 6	—
Диаметр круглых вертикальных и горизонтальных* электродов, мм . . . —	10
Сечение (толщина) прямоугольных токоотводов, мм ² (мм) 48(4)	160(4)

2.1.11. Молниеприемная сетка должна быть выполнена из стальных проводников диаметром не менее 6 мм, уложена на неметаллическую кровлю здания сверху или под несгораемые или трудно сгораемые утеплитель или гидроизоляцию. Размер ячеек сетки должен быть не более 6х6 м. Сетка в узлах должна быть соединена сваркой.

В зданиях с покрытиями по металлическим фермам или балкам молниеприемную сетку на кровле не укладывают. В этом случае несущие конструкции покрытия должны быть связаны токоотводами из стальных стержней марки А1 диаметром 12 мм. Все металлические детали, расположенные на кровле (трубы, вентиляционные устройства, водосточные воронки и т.п.) должны быть соединены с молниеприемной сеткой молниеотводами. На неметаллических возвышающихся частях зданий следует дополнительно уложить металлическую сетку и соединить её при помощи сварки с молниеприемной сеткой на кровле.

2.1.12. При прокладке молниеприемной сетки и установке молниеотводов следует использовать на защищаемом объекте всюду, где это возможно, в качестве токоотводов металлические конструкции зданий и сооружений (колонны, фермы, рамы и т. п., а также арматуру железобетонных конструкций) при условии обеспечения непрерывной электрической связи в соединениях конструкций и арматуры с молниеприемниками и заземлителями, выполняемых, как правило, сваркой.

2.1.13. Если строительные конструкции здания используются для

* Применяется для прокладки наружных уравнивающих контуров на дне котлована по периметру здания.

молниезащиты, то устройство молниезащиты здания с использованием строительных конструкций включает в себя молниеприемную сетку (или стержневые молниеотводы), соединенную с помощью металлических перемычек с арматурой железобетонных колонн (или металлическими колоннами) и железобетонных фундаментов-заземлителей.

Для соединения с арматурой железобетонных колонн, используемой в качестве токоотводов, молниеприемная сетка приваривается к специальным соединительным изделиям, заложеным в швы между плитами перекрытия. Примеры узлов, обеспечивающих непрерывность электрической цепи в системе молниезащиты в зданиях со сборным железобетонным каркасом, даны на рис. 2.1.1; 2.1.2.

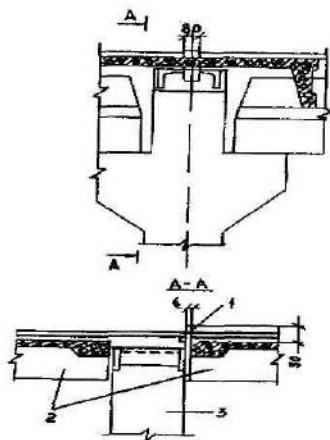


Рис. 2.1.1. Узел в системе молниезащиты многоэтажного здания с железобетонными ригелями с полками:

1 — соединительная деталь;
2 — плиты перекрытия; 3 — колонна

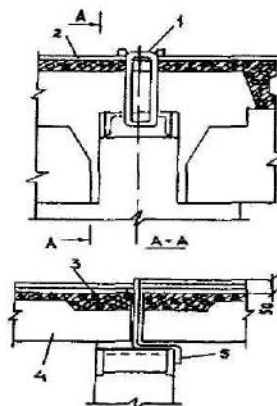


Рис. 2.1.2. Узел в системе молниезащиты многоэтажного здания с прямоугольными железобетонными ригелями:

1 — соединительная деталь; 2 — сетка молниезащиты; 3 — бетон замоноличивания; 4 — плита перекрытия; 5 — соединительная деталь

2.1.14. Железобетонные фундаменты зданий и сооружений, наружных установок, опор молниеотводов следует, как правило, использовать в качестве заземлителей молниезащиты при условии обеспечения непрерывной электрической связи по их арматуре и присоединения ее к закладным деталям с помощью сварки.

Битумные и битумно-латексные покрытия не являются препятствием для использования фундаментов.

2.1.15. Металлические конструкции и корпуса всего электротехнического оборудования и аппаратов, находящихся в защищаемом здании, должны быть присоединены к заземляющему устройству электроустановок, о чем должны быть даны указания в электротехнической части проекта.

2.1.16. Конструкции токоотводов и заземлителей в устройствах молниезащиты аналогичны конструкциям заземляющих проводников и заземлителей в устройствах защитного заземления электроустановок.

Взрывоопасные зоны

2.1.17. Во взрывоопасных зонах любого класса должны быть заземлены (занулены) электроустановки при всех напряжениях переменного и постоянного тока, в том числе электрооборудование, установленное на заземлённых (занулённых) металлических конструкциях, кроме электрооборудования, установленного внутризаземлённых (занулённых) корпусов шкафов и пультов.

2.1.18. В качестве заземляющих и защитных проводников следует использовать проводники, специально предназначенные для этой цели. Использование металлических и железобетонных конструкций зданий, конструкций производственного и технологического назначения, стальных труб электропроводки, металлических оболочек кабелей и т.п. в качестве заземляющих и защитных проводников допускается только как дополнительное мероприятие.

2.1.19. В силовых и вторичных цепях во взрывоопасных зонах любого класса, а также в групповых осветительных сетях в качестве нулевого защитного проводника следует использовать отдельную жилу кабеля или отдельный провод, подключённый одним концом к нулевой шине РУ (подстанции, щиту, щитку, сборке и т.п.), расположенного вне взрывоопасной зоны, а другим — к заземляющему зажиму внутри вводного устройства электрооборудования;

совмещение нулевого рабочего и нулевого защитного проводника не допускается.

2.1.20. Нулевые защитные проводники в сетях переменного тока следует прокладывать совместно с фазными в общих оболочках, трубах, коробах, лотках, пучках.

2.1.21. Искробезопасные цепи (в том числе корпуса искробезопасных приборов, аппаратов, экранов кабелей и т.п.) заземлять не следует. Необходимость их заземления должна быть особо оговорена в проекте.

2.1.22. Во взрывоопасных зонах любого класса должно быть выполнено уравнивание потенциалов.

2.1.23. Во взрывоопасных зонах любого класса следует выполнять комплексное защитное устройство с целью заземления, уравнивания потенциалов и защиты от вторичных проявлений молнии, а также от статического электричества.

Комплексное защитное устройство должно состоять из заземлителей молниезащиты (кроме заземлителей отдельно стоящих молниеотводов для зданий и сооружений), объединённых с заземлителями электроустановок, комплексной магистрали и защитных проводников). Комплексное защитное устройство должно быть выполнено таким образом или при его эксплуатации должны быть приняты такие меры, чтобы при демонтаже любого его участка или защищаемого элемента конструкции, оборудования, трубопровода и т.п. защита остальных элементов здания, помещения, сооружения, установки в целом не нарушалась.

Комплексная магистраль в двух или более различных местах по возможности с противоположных концов помещения или установки должна быть присоединена к заземлителю (заземлителям), а при наличии электроустановок до 1 кВ с заземленной нейтралью, кроме того, занулена.

2.1.24. В защищаемом помещении, здании, сооружении, установке металлические конструкции, подкрановые и рельсовые пути, стационарно проложенные трубопроводы всех назначений, металлические и футерованные корпуса технологического и сантехнического оборудования, корпуса электрооборудования, в том числе занулённого специальным нулевым защитным проводником, должны быть присоединены к магистрали при помощи защитных проводников.

В электроустановках в сетях с изолированной нейтралью при

заземлении корпусов электрооборудования присоединением к магистрали заземления допускается прокладывать защитные проводники как в общих оболочках с фазными, так и отдельно от них.

2.1.25. Проходы участков магистрали заземления и защитных проводников через ограждающие взрывоопасные зоны конструкции (стены, перегородки, перекрытия) следует выполнять в отрезках труб или в проемах. Места проходов должны быть уплотнены негорючим составом (материалом) на всю глубину прохода. Проходы заземляющих проводников сквозь фундаменты должны быть выполнены в трубах или иных жестких обрамлениях с уплотнением мест прохода.

2.1.26. Соединенные секции лотков, коробов, профилей, кабельных, блоков и прогонов, стальных труб электропроводок, а также струны, тросы, полосы и т.п., служащие для прокладки кабелей и проводов и (или) защиты их от механических повреждений, должны образовывать непрерывную электрическую цепь и присоединяться к магистрали заземления не менее чем в двух местах — в начале и в конце трассы; при длине этих конструкций менее 2 м допускается присоединять их к магистрали заземления в одном месте.

На участках подвода кабелей к электрооборудованию эти конструкции, кроме того, должны быть подключены к наружному зажиму заземления электрооборудования, если между ними и электрооборудованием отсутствует надежный контакт.

2.1.27. Непрерывность цепи заземления (зануления) стальных водогазопроводных труб электропроводок, а также надежный контакт их с металлическими ответвительными коробками (фитингами) и металлическими вводами (нажимной муфтой, штуцером) должны обеспечиваться резьбовыми соединениями; в этом случае не следует дополнительно подсоединять конец трубы, вводимый в электрооборудование (фитинг), к его наружному болту заземления или к комплексной магистрали.

Электромагнитная совместимость

2.1.28. Всё применяемое в электроустановках зданий электрооборудование должно отвечать требованиям электромагнитной совместимости (ЭМС).

2.1.29. Уровни защищенности электрооборудования должны быть выбраны с учетом взаимных электромагнитных влияний при нормальном режиме работы электроустановки.

Электрооборудование должно быть выбрано с возможно более низким уровнем электромагнитного влияния, чтобы оно не могло оказывать вредного воздействия на другое оборудование внутри или снаружи здания с учетом мер защиты, указанных в пп. 1—10.

Меры снижения электромагнитных влияний

(рис. 2.1.3)

1. Выбор надлежащих мест взаимного расположения электрооборудования, создающего электромагнитное влияние, и оборудования, чувствительного к этому влиянию.

2. Применение фильтров и устройств защиты от перенапряжений в цепях, питающих чувствительное к электромагнитному влиянию электрооборудование.

3. Выбор защитных устройств с выдержкой времени для исключения нежелательных отключений в период переходных процессов.

4. Использование металлических экранов и оболочек (рис. 2.1.4.).

5. Надлежащее отделение (расстоянием или металлическими экранами) сигнальных кабелей от силовых.

6. Надлежащее отделение (расстоянием или металлическими экранами) силовых и сигнальных кабелей от молниеотводов.

7. Исключение индуктивных петель посредством разделения кабелепроводов силовых и сигнальных кабелей.

8. Использование экранированных кабелей и сигнальных кабелей со скрученными парами жил.

9. В зданиях, насыщенных информационно-технологическим оборудованием, переход от системы TN-C (рис. 2.1.5, а) к системе TN-C-S (рис. 2.1.5, б) или к системе TN-S (рис. 2.1.6).

10. Все металлические подземные коммуникации (металлические трубопроводы и кабели с металлическими защитными покровами) должны входить в здание в одном месте. При этом металлические оболочки, экраны и броня кабелей, металлические трубопроводы должны быть электрически соединены между собой, и присоединены к главной шине заземления (ГШЗ) здания (рис. 2.1.7).

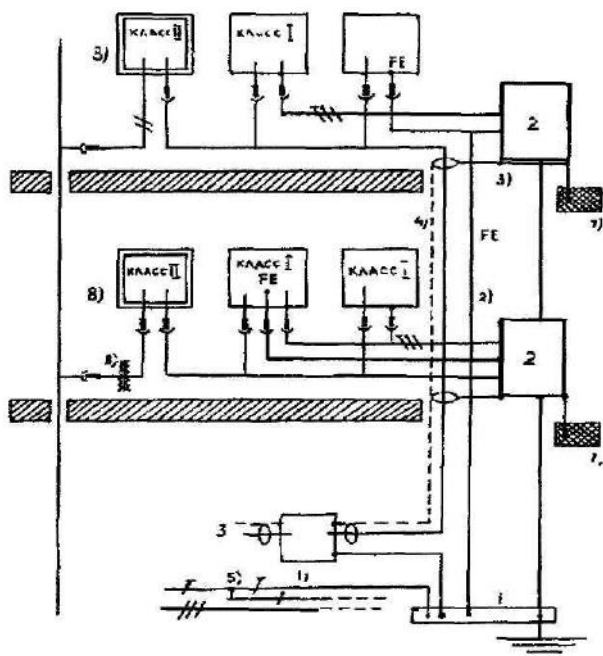


Рис 2.1.3. Меры защиты электроустановок зданий от электромагнитных влияний:

1) Общая точка входа в здание всех металлических подземных коммуникаций (кабелей с металлическими защитными покровами и металлических трубопроводов); 2) Общая трасса с надлежащим отделением и исключением петель; 3) Кратчайшая трасса уравнивающих соединений и использование заземляющих проводников, проложенных параллельно кабелю; 4) Сигнальные кабели защищены экранами, броней и/или применена парная скрутка жил; 5) Применена система TN-S за входом в распределительный щит здания; 6) Применены разделяющие трансформаторы; 7) Применено местное поэтажное уравнивание потенциалов; 8) Использовано оборудование класса II

Обозначено: 1—главный заземляющий зажим; 2—этажный распределительный щит; 3—проводники, питающие информационно-технологическое оборудование.

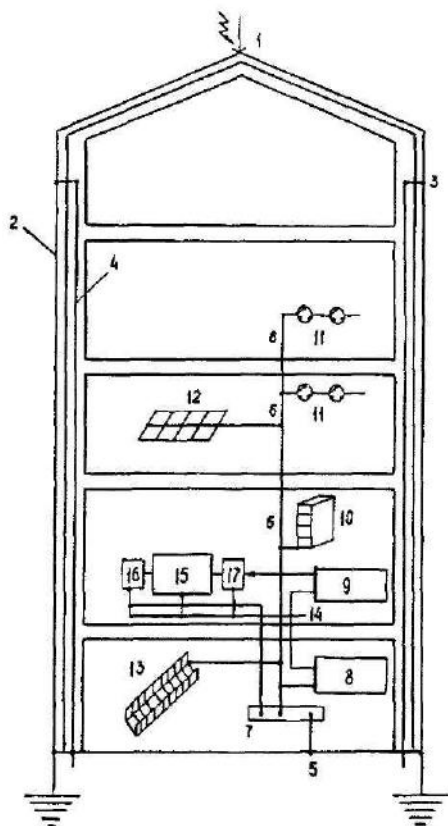


Рис. 2.1.4. Заземляющее устройство здания

Обозначено: 1 — молниеприемник, 2 — молнйезащитные спуски, 3 — уравнивающие проводники, 4 — стальной каркас или арматура железобетонного каркаса здания, 5 — фундаментный заземлитель или арматура железобетонных фундаментов здания, 6 — система электроснабжения, 7 — главный заземляющий зажим, 8 — главная распределительная шина, 9 — система непрерывного питания, 10 — распределительный щит, 11 — выключатель, 12 — уравнивающая сетка, 13 — металлические кабелепроводы, 14 — местная система уравнивания потенциалов, 15 — информационно-технологическое оборудование, 16 — телефон, 17 — электронные системы здания и квартир

Особенности защиты устройств передачи информации

2.1.30. В зданиях, использующих систему TN-C или систему TN-C-S, для защиты устройств передачи информации от электромагнитных влияний PEN-проводника могут быть применены следующие дополнительные меры:

- 1) использование оптоволоконных сигнальных кабелей;
- 2) использование электрооборудования класса II;
- 3) использование электрического разделения цепей (защитное разделение).

В рассматриваемом случае эти защитные меры предназначены для предотвращения появления опасного потенциала на открытых проводящих частях устройств передачи информации в случае возникновения короткого замыкания в системе TN-C или в системе TN-C-S.

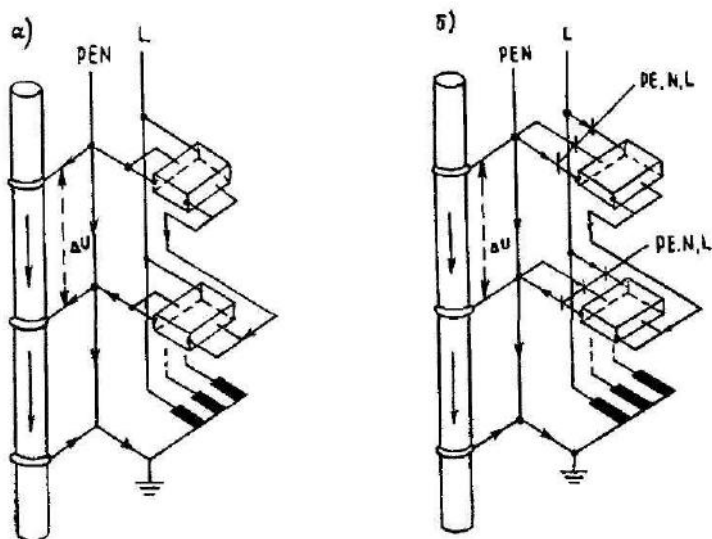


Рис. 2.1.5. Системы питания электроустановок многоэтажного здания:
TN-C(а) и TN-C-S(б)

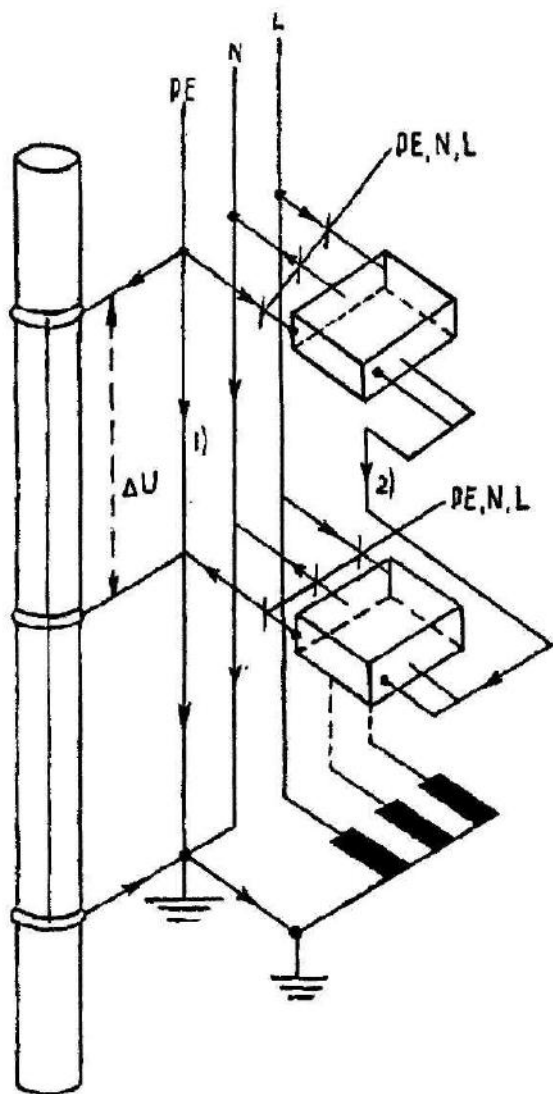


Рис. 2.1.6. Система питания электроустановок многоэтажного здания TN-S

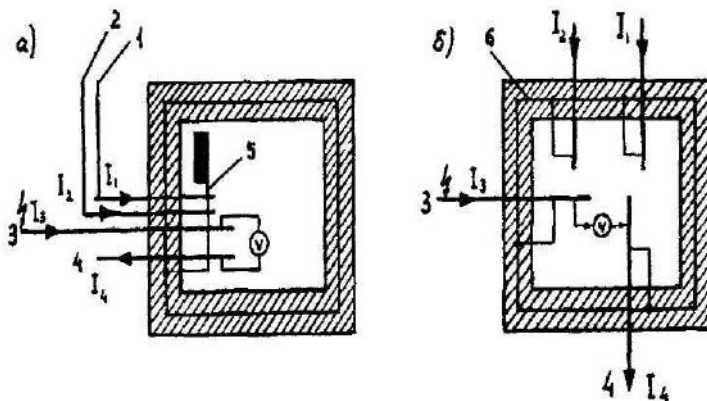


Рис. 2.1.7. Схемы ввода в здание металлических подземных коммуникаций: 2.1.7 а - общая точка ввода (предпочтительная схема, $\Delta U \equiv 0$);

2.1.7 б—ввод в разных местах, $\Delta U \neq 0$

1 — кабели электроснабжения, 2 — телефонные кабели, 3 — кабель антенны, 4 — металлические трубопроводы (вода, газ, отопление и проч.), 5 — главная шина заземления (ГШЗ), 6 — стальная арматура, I_i — индуцированный ток i -го проводника

В рассматриваемом случае эти защитные меры предназначены для предотвращения появления опасного потенциала на открытых проводящих частях устройств передачи информации в случае возникновения короткого замыкания в системе TN-C или в системе TN-C-S.

2.1.31. Защита посредством электрического разделения цепей обеспечивается соблюдением следующих требований:

1) Цепь должна питаться от отдельного источника питания:

- разделяющего трансформатора или
- источника тока, обеспечивающего степень безопасности, равноценную степени безопасности, обеспечиваемой разделяющим трансформатором.

Источники питания должны быть такими, чтобы вторичная цепь была отделена от первичной цепи и от оболочки двойной изоляцией. Если такой источник питает несколько электроприемников, их открытые проводящие части не должны иметь электрической связи с металлической оболочкой источника питания. 82

2) Номинальное напряжение электрически отделенной цепи не должно превышать 500 В.

3) Токоведущие части электрически отделенной цепи не должны иметь точек присоединения к другой цепи или к земле.

4) Для разделенных цепей рекомендуется использование отдельных трасс электропроводок.

2.1.32. Если отделенная цепь питает только один электроприемник, открытые проводящие части цепи не должны быть присоединены ни к защитному проводнику, ни к открытым проводящим частям других цепей.

2.1.33. Если приняты меры для защиты отделенной цепи от повреждения и пробоя изоляции, то источник питания может питать несколько электроприемников при условии выполнения следующих требований:

— открытые проводящие части отделенной цепи должны быть соединены между собой изолированным незаземленным проводником системы уравнивания потенциалов. Такие проводники не должны быть соединены ни с защитными проводниками, ни с открытыми проводящими частями других цепей, ни со сторонними проводящими частями;

— все штепсельные розетки должны иметь защитный контакт, который должен быть присоединен к системе уравнивания потенциалов;

— все гибкие кабели, за исключением питающих оборудование класса II, должны иметь защитный проводник, применяемый в качестве проводника системы уравнивания потенциалов;

— при двойном замыкании разных фаз на две открытые проводящие части устройство защиты должно обеспечивать отключение питания за время отключения, указанное в табл. 2.1.1.

Таблица 2.1.1

Наибольшее время отключения отделенной цепи при двойном замыкании разных фаз

Номинальное линейное напряжение отделенной цепи, U_0 , В	Время отключения, с
120	0,8
220	0,4
380	0,2
500	0,1

2.2. Информационно-технологические установки

Настоящий раздел содержит специальные требования к заземлению информационно-технологических установок с целью обеспечения их нормальной работы.

Заземление информационно-технологических установок должно соответствовать общим требованиям раздела 2.1 с учетом требований настоящего раздела, которые дополняют общие требования.

Термины и классификация проводников, используемые в настоящем разделе, даны на рис. 2.2.1.

Требования настоящего раздела распространяются на заземление и уравнивание потенциалов информационно-технологического оборудования и аналогичного оборудования, использующего проводные линии для целей передачи информации. Эти требования могут быть также применены для другого электронного оборудования, которое чувствительно к электромагнитным влияниям. Принципиальная схема защитного и рабочего заземлений в системе TN дана на рис. 2.2.2.

Заметим, что оборудование информационных технологий включает все формы электрического и электронного контрольного оборудования и телекоммуникационного оборудования. В качестве примеров оборудования, на которое распространяются требования настоящего раздела, отметим следующие:

- 1) телекоммуникационные и информационные линии связи или оборудование информационных технологий, или установок, использующих сигналы с возвратом тока через землю в наружных линиях связи и линиях связи внутри зданий;
- 2) сети питания постоянного тока, обслуживающие оборудование информационных технологий внутри зданий.
- 3) местные сети автоматического обмена информацией между отдельными установками;
- 4) местные сети связи;
- 5) системы пожарной сигнализации и другие системы аварийной сигнализации;
- 6) системы, обслуживающие установки зданий, например, системы прямого цифрового контроля;

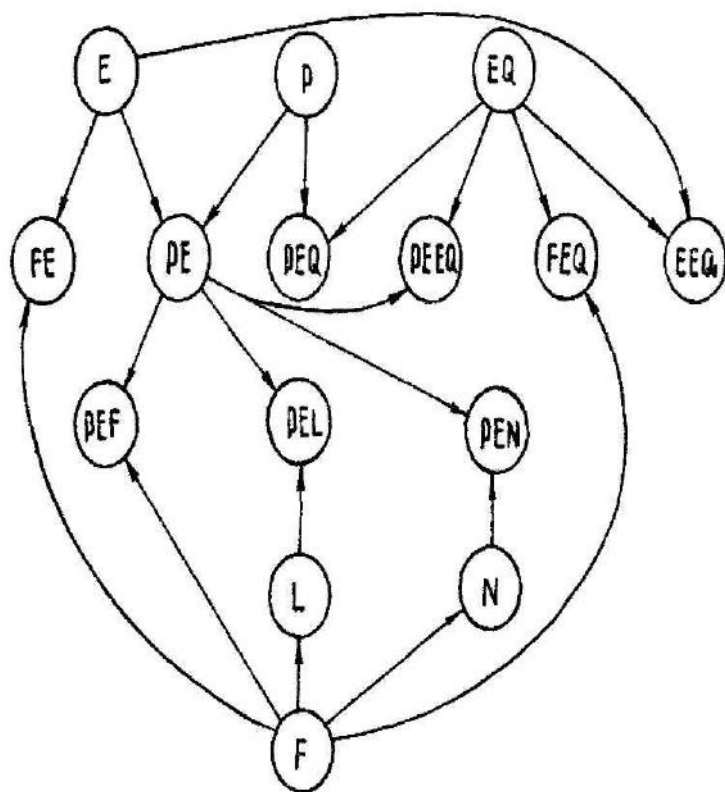


Рис. 2.2.1. Классификация проводников

Е—заземляющий; Р—защитный; EQ—уравнивающий; F—рабочий; N—нулевой рабочий; L — фазный; FE—заземленный рабочий; PE — заземленный защитный; PEQ — уравнивающий защитный; PEEQ — заземленный уравнивающий защитный; FEQ—уравнивающий рабочий; EEQ—заземленный уравнивающий; PEF—совмещенный заземленный защитный и заземленный рабочий; PEL—совмещенный заземленный защитный и заземленный фазный; PEN—совмещенный заземленный (нулевой) защитный и заземленный (нулевой) рабочий

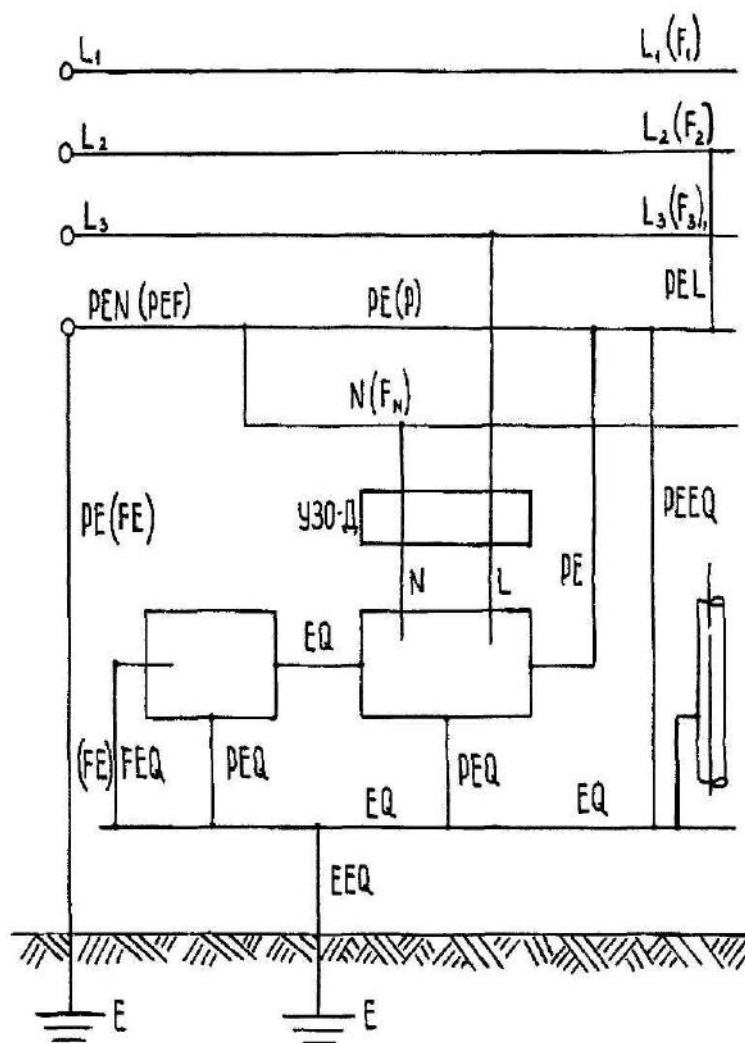


Рис. 2.2.2. Защитное и рабочее заземления в системе TN.
Обозначения те же, что и на рис. 2.2.1.

7) системы компьютерного контроля производства и другие компьютерные устройства.

Фильтры подавления радиопомех, которыми оснащается информационно-технологическое оборудование, могут вызывать появление токов утечки, превышающих 3,5 мА. В таких случаях обрыв цепи защитного заземления приводит к росту напряжения прикосновения до значений, превышающих предельно допустимые. Требования пп. 2.2.18.—2.2.25., направленные на предотвращение этой опасности, относятся к электроустановкам, питающим информационно-технологическое оборудование с токами утечки, превышающими 3,5 мА. В дальнейшем такое оборудование будем называть информационно-технологическим оборудованием с большими токами утечки. Заземление электроустановок, питающих информационно-технологическое оборудование с большими токами утечки, должно соответствовать общим требованиям настоящего раздела с учетом требований 2.2.18.—2.2.25., которые дополняют общие требования. Требования настоящего раздела распространяются на электроустановки зданий до места присоединения информационно-технологического оборудования (рис. 2.2.3).

В дальнейшем изложении будем использовать следующую терминологию:

Информационно-технологическое оборудование — блоки электроаппаратуры, которые отдельно или собранные в системы накапливают, запоминают и преобразовывают информацию. Ввод и вывод информации может осуществляться с помощью электронных приборов.

Система уравнивания потенциалов с низкими помехами — система уравнивания потенциалов, при которой уровень гальванических влияний внешних источников не вызывает недопустимых нарушений в работе информационно-технологического оборудования.

В этом разделе под термином «рабочее (функциональное) заземление» понимается использование земли и уравнивающих проводников для целей передачи сигналов и для обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС).

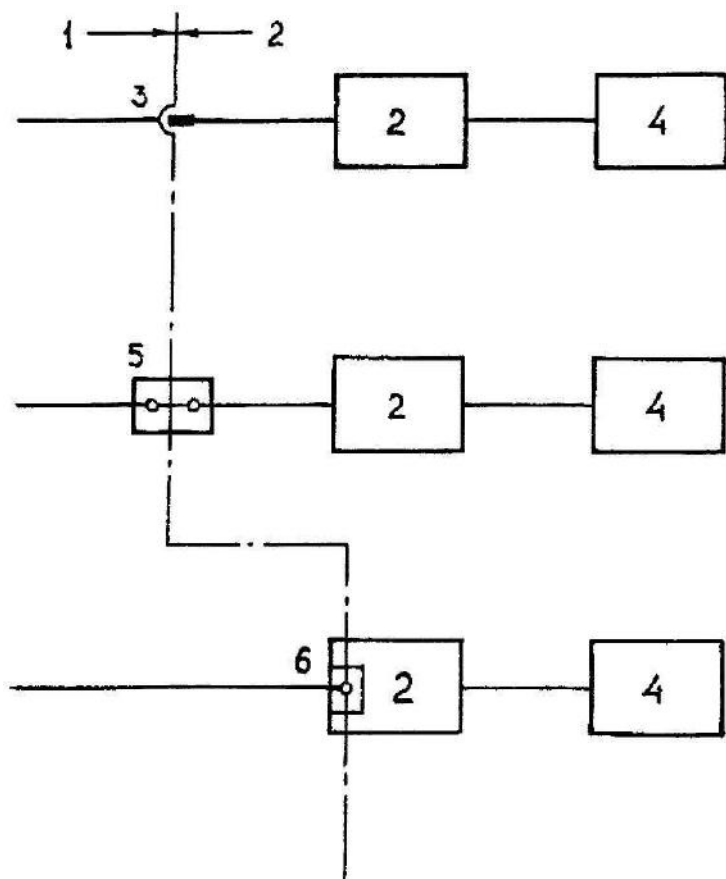


Рис. 2.2.3. Питающая электроустановка и информационно-технологическое оборудование

1 — электроустановка; 2 — информационно-технологическое оборудование (ИТО); 3 — разъемное контактное соединение для тока промышленной частоты; 4 — присоединенное ИТО; 5 — соединительная коробка; 6 — соединительные зажимы

Главный заземляющий зажим

2.2.1. В тех случаях, когда цепи БСНН, ЗСНН и доступные проводящие части оборудования класса II и класса III заземлены для рабочих (функциональных) целей, они должны быть соединены с системой уравнивания потенциалов в соответствии с требованиями раздела 2.1. (рис. 2.2.4). Рабочее (функциональное) заземление может быть обеспечено посредством защитного проводника питающей цепи информационно-технологического оборудования. В ряде случаев роль рабочего (функционального) заземляющего проводника и защитного проводника выполняет специальный совмещенный проводник, соединенный с главным заземляющим зажимом здания.

2.2.2. Роль своеобразного распределенного главного заземляющего зажима здания может выполнять главная заземляющая шина здания, позволяющая заземлять информационно-технологическое оборудование здания путем соединения подлежащих заземлению частей оборудования с ближайшей точкой заземляющей шины. Главная заземляющая шина здания должна быть выполнена в виде замкнутого контура, проложенного по периметру здания. Площадь поперечного сечения главной заземляющей шины здания должна быть не менее 25 мм^2 по меди. Однако не требуется применять заземляющую шину сечением более 50 мм^2 по меди.

2.2.3. К главному заземляющему зажиму или к главной заземляющей шине должны быть присоединены заземляющие проводники, защитные проводники, проводники главной системы уравнивания потенциалов, проводники рабочего (функционального) заземления стальные трубы коммуникаций зданий и между зданиями, металлические части строительных конструкций, в том числе стальная арматура железобетонных строительных конструкций, система центрального отопления и системы вентиляции и кондиционирования воздуха, кроме того, — проводящие экраны, металлические оболочки и стальная броня кабелей связи;

— заземляющие проводники устройств защиты от перенапряжений;

— заземляющие проводники антенн радиосвязи;

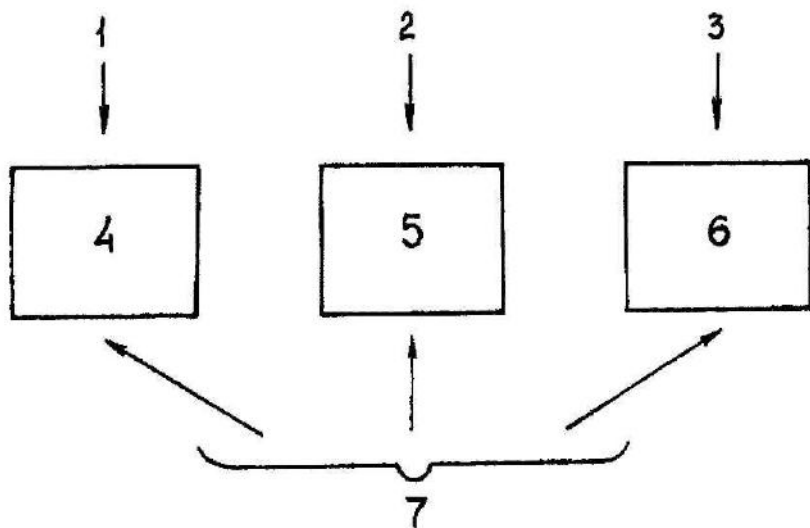


Рис. 2.2.4. Уравнивание потенциалов проводящих частей, доступных одновременному прикосновению

1 — открытые проводящие части; 2 — доступные проводящие части, заземленные для рабочих (функциональных) целей; 3 — сторонние проводящие части; 4—оборудование класса I; 5—оборудование классов I, II, III; 6—металлические конструкции, трубопроводы и т. п.; 7—общая сеть уравнивания потенциалов

— заземляющие проводники систем питания постоянного тока информационно-технологического оборудования;

— проводники системы молниезащиты;

— проводники вспомогательной системы уравнивания потенциалов.

2.2.4. Главная заземляющая шина должна быть проложена открыто или в кабелепроводе (плинтусе, коробе, лотке и т. п.), обеспечивающем доступность по всей длине. Голые проводники заземляющей шины должны быть изолированы от поддерживающих устройств, а в местах прохода через стены должны быть защищены от коррозии.

2.2.5. Главный заземляющий зажим заземляющей шины должен быть присоединен к заземлителю заземляющим проводником, удовлетворяющим требованиям раздела 2.1. Площадь поперечного сечения заземляющего проводника должна быть не менее 10 мм² по меди.

2.2.6. Для снижения высокочастотного электромагнитного влияния в заземляющий проводник могут включаться специальные фильтр-пробки. Эти устройства не должны заметно увеличивать сопротивление заземляющего проводника при промышленной частоте.

Электромагнитная несовместимость информационно-технологических установок и PEN - проводников зданий

2.2.7. Для исключения возможности прохождения рабочего тока PEN-проводника (рис. 2.1.5) через сигнальные цепи, в зданиях, имеющих информационно-технологические установки, должна быть применена система питания TN-S (рис. 2.1.6).

Уравнивание потенциалов

2.2.8. Система уравнивания потенциалов включает специальные проводники, металлические оболочки кабелей, металлические трубопроводы здания, металлические кабелепроводы, специальные металлические сетки, смонтированные в полу каждого этажа здания или в части пола.

2.2.9. Стальные и железобетонные каркасы строительных конструкций зданий должны быть объединены в единую систему уравнивающих проводников, присоединенную к заземляющему зажиму главной шины заземления.

Рабочие заземляющие проводники

2.2.10. Площадь поперечного сечения рабочего заземляющего проводника должна быть определена с учетом длительности протекания рабочего тока при нормальном режиме, а также с учетом возможного тока короткого замыкания. Однако площадь поперечного сечения рабочего заземляющего проводника должна быть не менее 10 мм² по меди.

Объединение рабочих заземляющих и защитных проводников

2.2.11. Проводник возврата постоянного тока питания информационно-технологической установки может быть использован в качестве рабочего заземляющего и защитного проводника, если при этом напряжение прикосновения к открытым проводящим частям не превысит предельно допустимых значений.

2.2.12. Площадь поперечного сечения объединенного рабочего заземляющего и защитного проводника должна быть такой, чтобы падение напряжения в нем при длительном протекании тока нормального режима было не более 1 В. При расчете падения напряжения шунтирующая проводимость сторонних проводящих частей не учитывается.

2.2.13. Рекомендуются объединенный рабочий заземляющий и защитный проводник через каждые 10 м присоединять к уравнивающей сетке или к главной заземляющей шине.

Сигнальные соединения

2.2.14. В зданиях с наружными проводными установками, включающими PEN-проводники, для обеспечения электромагнитной совместимости кабелей связи и электроустановок могут быть применены следующие меры:

1. Использование оптоволоконных систем для кабелей связи;
2. Использование разделяющих трансформаторов для питания информационно-технологического оборудования;
3. Отделение трасс кабелей связи от трасс силовых кабелей;
4. Использование оборудования класса II.

Способы заземления и уравнивания потенциалов для обеспечения электромагнитной совместимости

2.2.15. Радиальное соединение защитных проводников (рис. 2.2.5) может быть допущено для защиты информационно-технологического оборудования, имеющего низкую чувствительность к электромагнитным влияниям. При этом питающая сеть и система заземления рассматриваемого информационно-технологического

оборудования должны быть отделены от других питающих сетей и систем заземления, а также от сторонних проводящих частей. Рабочие заземляющие и защитные проводники информационно-технологического оборудования соединяются посредством специального изолированного проводника с заземляющим зажимом главной шины заземления.

2.2.16. *Местная система уравнивания потенциалов* (рис. 2.2.6) позволяет несколько снизить уровень электромагнитных влияний электроустановок на информационно-технологическое оборудование. Как и в случае радиального соединения (п. 2.2.15.), системы питания и заземления рассматриваемого информационно-технологического оборудования, включая уравнивающую сетку, должны быть отделены от других питающих сетей и систем заземления, а также от сторонних проводящих частей, таких как стальной или железобетонный строительный каркас здания.

2.2.17. Для обеспечения общего уравнивания потенциалов на каждом этаже должны быть выполнены горизонтальные уравнивающие сетки, между которыми должны быть устроены вертикальные уравнивающие связи (рис. 2.2.7). При этом система уравнивающих сеток соединяется со всеми сторонними проводящими частями здания, в том числе со стальными и железобетонными строительными каркасами и металлическими трубопроводами здания, а также с открытыми проводящими частями электроустановок. Общее уравнивание потенциалов должно выполняться для обеспечения электромагнитной совместимости ответственных информационно-технологических установок.

Дополнительные требования для оборудования с токами утечки, превышающими 3,5 мА

2.2.18. Требования п. 2.2.18.—2.2.22. распространяются на электроустановки, питающие информационно-технологическое оборудование (рис. 2.2.3). Дополнительные требования, относящиеся к системам питания ТТ и ИТ даны в пунктах 2.2.23. и 2.2.24.

Информационно-технологическое оборудование с током утечки, превышающим 3,5 мА, несовместимо с электроустановками, содержащими УЗО-Д.

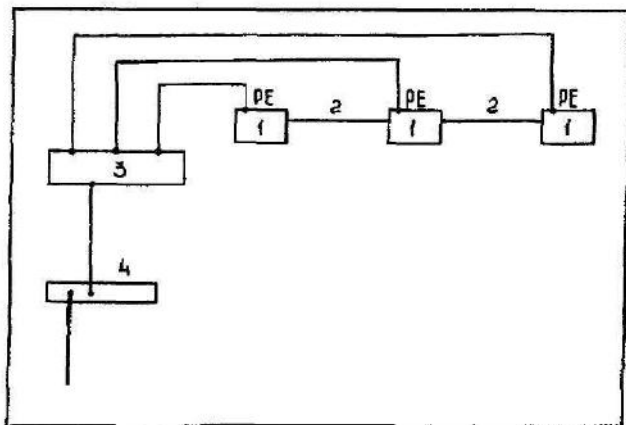


Рис. 2.2.5. Радиально соединенные защитные проводники 1 — информационно-технологическое оборудование; 2 — сигнальные кабели; 3 — распределительный щит; 4 — главный заземляющий зажим или главная заземляющая шина

Дополнительные требования для электроустановок, питающих оборудование с токами утечки, превышающими 10 мА

2.2.19. Если при выполнении требований электромагнитной совместимости (см. гл. 2.1) ток утечки оборудования превышает 10 мА, то питание оборудования должно быть выполнено одним из трех способов, указанных в пп. 2.2.20., 2.2.21., 2.2.22.

Защитные проводники увеличенного сечения

2.2.20. Площадь поперечного сечения защитных проводников:

а) в случае использования в качестве РЕ-проводника независимого проводника площадь его поперечного сечения должна быть не менее 10 мм²;

б) в случае использования в качестве РЕ-проводника двух проводников с независимыми контактными соединениями площадь поперечного сечения каждого проводника должна быть не менее 4 мм²;

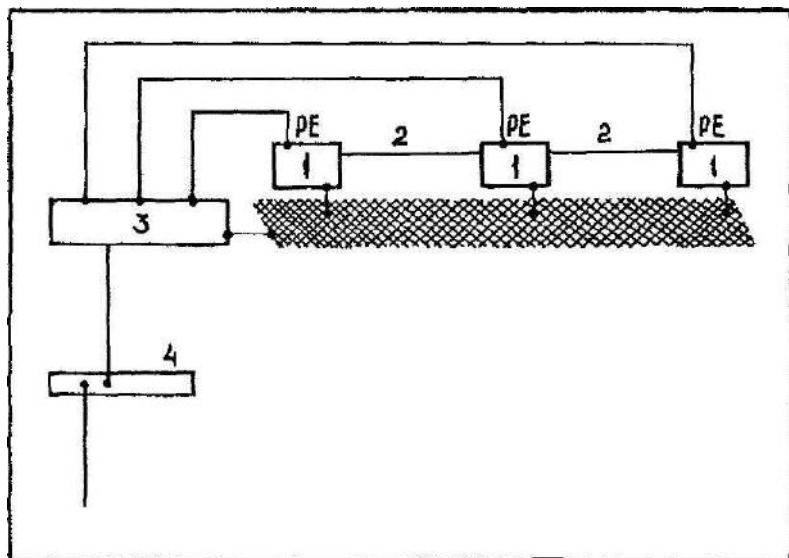


Рис. 2.2.6. Использование местной горизонтальной системы уравнивания потенциалов (горизонтальная сетка)
Обозначения те же, что и на рис. 2.2.5

в) в случае использования в качестве РЕ-проводника одной из жил многожильного кабеля площадь её поперечного сечения должна быть не менее $2,5 \text{ мм}^2$ при условии, что суммарная площадь поперечных сечений всех жил кабеля не менее 10 мм^2 ;

г) в случае прокладки РЕ-проводника в металлическом кабелепроводе, который преднамеренно соединен с ним параллельно, площадь поперечного сечения проводника должна быть не менее $2,5 \text{ мм}^2$.

2.2.21. Мониторинг целостности защитных проводников должен обеспечивать автоматическое отключение питания в случае их разрыва.

2.2.22. Питание оборудования должно осуществляться через разделяющий трансформатор (рис. 2.2.8) или от источников с рав-

ноценным разделением цепей. При этом вторичная цепь должна выполняться по системе TN-S (рис. 2.2.6).

Дополнительные требования для системы TT

2.2.23. Если цепь защищена устройством дифференциальной защиты (УЗО-Д), то полный ток утечки $I_{\Delta}(A)$, сопротивление растеканию заземлителя открытых проводящих частей оборудования

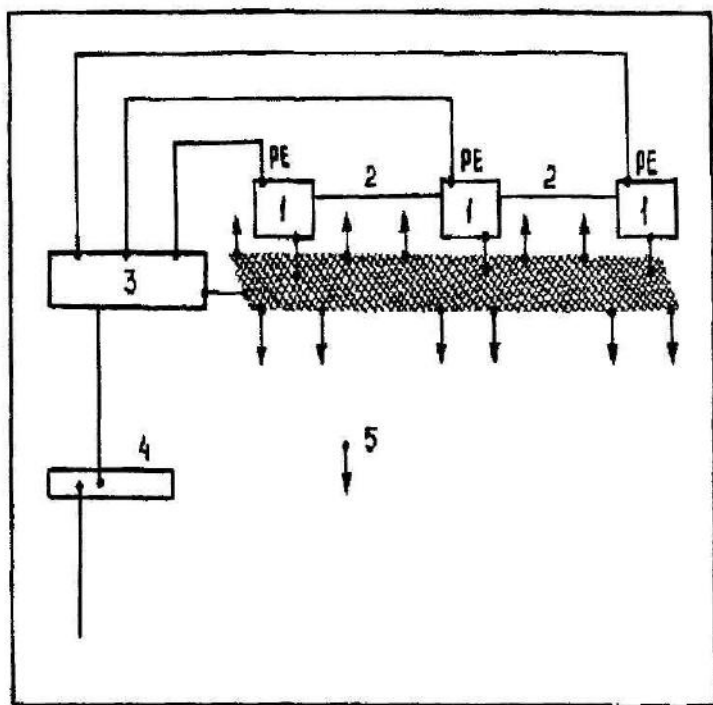


Рис. 2.2.7. Использование горизонтальных и вертикальных систем уравнивания потенциалов

5—соединения с горизонтальными системами уравнивания потенциалов на других этажах, а также соединения с металлическим или железобетонным каркасом здания; другие обозначения те же, что и на рис. 2.2.4 96

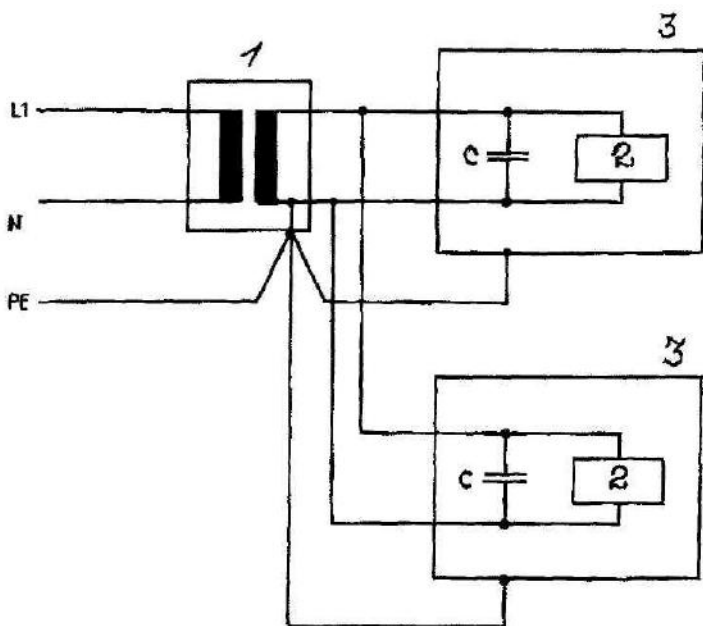


Рис. 2.2.8. Питание ИТО через разделяющий трансформатор 1 — разделяющий трансформатор; 2 — нагрузка; 3 — открытые проводящие части; С—помехоподавляющий фильтр

R (Ом) и ток уставки УЗО-Д $I_{\Delta n}$ (А) должны удовлетворять следующему соотношению

$$I_{\Delta} \leq I_{\Delta n}/2 \leq U_L/2R$$

где

U_L - предельно допустимое значение напряжение прикосновения, В.

Дополнительные требования для системы ИТ

2.2.24. Питание оборудования с большим током утечки от системы ИТ может быть допущено при условии, что сопротивление заземляющего устройства, используемого для заземления откры-

Условия отключения питания при втором замыкании

3.3. Если для обнаружения первого замыкания на открытые проводящие части или на землю предусмотрено устройство контроля изоляции, то это устройство должно подавать световой и/или звуковой сигнал. Рекомендуется устранять первое замыкание в кратчайший срок.

После появления первого замыкания условия отключения питания при втором замыкании зависят от того, как соединены открытые проводящие части с заземлителем.

а) При индивидуальном или групповом заземлении открытых проводящих частей требования по защите указаны ниже.

Все открытые проводящие части, защищенные одним защитным устройством, должны присоединяться защитным проводником к одному заземляющему устройству.

Должно выполняться следующее условие:

$$R_A I_A \leq 25 \text{ В},$$

где R_A — суммарное сопротивление заземлителя и заземляющего проводника;

I_A — ток срабатывания защитного устройства.

Если защитное устройство является устройством защитного отключения и реагирует на дифференциальный ток, то под I_A подразумевается уставка защитного устройства по дифференциальному току I_n .

Если защитное устройство — устройство защиты от сверхтока, то оно должно быть:

— либо устройством с обратно зависимой токо-временной характеристикой и I_A — значение тока, обеспечивающее время срабатывания устройства не более 5с;

— либо устройством с отсечкой тока и тогда I_A — уставка по току отсечки.

б) Когда связь с землёй открытых проводящих частей осуществляется посредством соединения с защитным проводником для обеспечения защиты должно быть выполнено условие:

$$Z_s \leq \frac{\sqrt{3}U_0}{2I_A},$$

где U_o - значение фазного напряжения;
 Z_s - полное сопротивление цепи замыкания; I_A - ток срабатывания
 защитного устройства за время отключения I_{Δ} , указанное в
 табл. 3.1.

Таблица 3.1.

*Наибольшее время отключения для сетей системы ИТ
 (двойное замыкание)*

Номинальное напряжение установки, U_o , В	Время отключения, с
120	0,8
220	0,4
380	0,2
600	0,1

В сетях системы ИТ могут применяться:

- устройства контроля изоляции;
- устройства защиты от сверхтоков;
- устройства защиты, реагирующие на дифференциальный ток.

ГЛАВА 4. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАМ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1 КВ СЕТИ С ЗАЗЕМЛЁННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ (СИСТЕМА TN)

Заземление нейтрали

4.1. Нейтраль генератора, трансформатора на стороне до 1 кВ должна быть присоединена к заземляющему устройству при помощи специального искусственного заземляющего проводника (РЕ-проводника). Сечение заземляющего проводника должно быть не менее указанного в табл. 7.1., 7.6.

Использование нулевого рабочего проводника (N-проводника), идущего от нейтрали генератора или трансформатора на щит распределительного устройства, в качестве заземляющего проводника не допускается.

В качестве указанного заземляющего устройства рекомендуется в первую очередь использовать железобетонные фундаменты производственных зданий и сооружений в соответствии с 1.4. и 8.1. В этом случае нейтраль трансформатора следует заземлять путём присоединения к металлической или железобетонной колонне здания или сооружения.

При отсутствии возможности использовать железобетонные фундаменты производственных зданий и сооружений должно быть сооружено искусственное заземляющее устройство в непосредственной близости от генератора или трансформатора. В отдельных случаях, например, для внутрицеховых подстанций, допускается сооружать заземляющее устройство около стены здания.

4.2. Все доступные прикосновению открытые проводящие части электроустановок должны быть присоединены к заземленной нейтральной точке источника питания посредством защитных проводников. Если нейтральной точки нет или она недоступна, должен

быть заземлен фазный проводник. Запрещается использовать фазный проводник в качестве PEN-проводника.

1. Если существуют другие точки связи с землей, рекомендует-ся защитные проводники также присоединять к этим точкам (по повторное заземление).

2. В больших зданиях, таких как высотные, повторное заземле-ние защитных проводников практически невозможно. В этом слу-чае аналогичную функцию выполняет система уравнивания потен-циалов (см. п. 2.1.).

3. По той же причине рекомендуется заземление защитных про-водников на вводе в здания и в помещения.

PEN-проводник

4.3. В стационарных электроустановках функцию защитного и нулевого рабочего провода можно совместить в одном проводнике (PEN-проводнике) при условии выполнения следующих требований:

— если его сечение не менее 10 мм^2 по меди или 16 мм^2 по алюминию и рассматриваемая часть электроустановки не защи-щена устройствами защитного отключения, реагирующими на диф-ференциальные токи;

— если, начиная с какой-либо точки установки, нулевой рабочий и нулевой защитный проводники разделены, запрещается объединять их за этой точкой. В точке разделения необходимо предусмотреть раздельные зажимы или шины нулевого рабочего и нулевого за-щитного проводников. PEN-проводник, совмещающий функции ра-бочего и защитного, должен подключаться к зажиму, предназна-ченному для защитного проводника.

4.4. Сторонние проводящие части не могут быть использованы в качестве единственного PEN-проводника.

4.5. В цепи PEN-проводника допускается устанавливать выклю-чатели, которые одновременно с отключением PEN-проводника отключают все находящиеся под напряжением проводники.

4.6. Допускается использование PEN-проводников осветитель-ных линий для зануления электрооборудования, питающегося по другим линиям, если все указанные линии питаются от одного транс-форматора, их проводимость удовлетворяет требованиям настоя-щей главы и исключена возможность отсоединения PEN-провод-

ников во время работы других линий. В таких случаях не должны применяться выключатели, отключающие PEN-проводники вместе с фазными.

4.7. В местах, где неизолированные РЕ- и PEN-проводники могут образовывать электрические пары или возможно повреждение изоляции фазных проводников в результате искрения между неизолированными РЕ- или PEN-проводником и открытыми проводящими частями (ОПЧ) или сторонними проводящими частями (СПЧ), например, при прокладке проводов в трубах, коробах, лотках, РЕ- и PEN-проводники должны иметь изоляцию, равноценную изоляции фазных проводников.

4.8. Не допускается использование PEN-проводников для питания электроприёмников однофазного тока. Для питания таких электроприёмников в качестве нулевого рабочего проводника (N-проводника) должен быть использован отдельный третий проводник, присоединённый к PEN-проводнику в ответвительной коробке, низковольтном комплектном устройстве.

Устройства защиты

4.9. В системах TN могут использоваться:

- устройства защиты от сверхтока;
- устройства защиты, реагирующие на дифференциальный ток.

4.10. В системе TN-C не должны применяться устройства защиты, реагирующие на дифференциальный ток.

Применение защиты, реагирующей на дифференциальный ток

4.11. Когда устройство защиты, реагирующее на дифференциальный ток, применяют для автоматического отключения в системе TN-C-S, PEN-проводник не должен использоваться на стороне нагрузки. Присоединение защитного проводника к PEN-проводнику должно осуществляться на стороне источника питания по отношению к устройству защиты, реагирующему на дифференциальный ток.

Во взрывоопасных зонах любого класса в электроустановках до 1 кВ с заземленной нейтралью должна применяться система TN-S с селективной системой защит, реагирующих на дифференциальные токи. При этом проводящие свойства открытых проводящих

частей (ОПЧ) и сторонних проводящих частей (СПЧ) при определении параметров цепи «фаза—нуль» учету не подлежат. Проводящие свойства ОПЧ и СПЧ могут быть учтены при определении необходимого сечения уравнивающих проводников. Собственное сечение преднамеренно проложенных уравнивающих проводников должно быть не менее 6 мм^2 (по меди).

4.12. Когда устройство защиты, реагирующее на дифференциальный ток, используют для автоматического отключения цепи вне зоны действия основной системы уравнивания потенциалов, открытые проводящие части не должны быть связаны с сетью системы TN, но защитные проводники должны присоединяться к заземлителю, имеющему сопротивление, обеспечивающее срабатывание этого устройства.

Вне зоны действия основной системы уравнивания потенциалов могут использоваться другие защитные меры:

- питание через безопасный разделяющий трансформатор; — применение дополнительной изоляции.

Характеристики устройств защиты

4.13. Характеристики устройств защиты и полное сопротивление цепи «фаза—нуль» (в случае, когда сопротивлением в месте замыкания можно пренебречь) должны обеспечивать при замыкании на открытые проводящие части автоматическое отключение питания в пределах нормированного времени. Это требование выполняется при соблюдении следующей $Z_s I_a \leq U_0$,

где: Z_s — полное сопротивление цепи «фаза—нуль»;

I_a — ток, меньший тока замыкания, вызывающий срабатывание устройства защиты за время, являющееся функцией номинального напряжения U_0 , согласно табл. 4.1.;

U_0 — номинальное напряжение (действующее значение) между фазой и землёй.

Предельно допустимые времена отключения, указанные в табл. 4.1., обеспечивают электробезопасность цепей, питающих передвижное или переносное электрооборудование класса I посредством штепсельных розеток или без них.

4.14. Для распределительных цепей время отключения не должно превышать 5 с.

Таблица 4.1.

Предельно допустимые времена отключения для системы TN

$U_0, В$	Время отключения, с
120	0,8
220	0,4
380	0,2
600	0,1

Время отключения, превышающее время, требуемое табл. 4.1., но не более 5 с, допускается для распределительной цепи, питающей стационарное электрооборудование, только при условии выполнения одного из следующих требований:

а) полное сопротивление защитного проводника между распределительным щитом и точкой присоединения защитного проводника к основной системе уравнивания потенциалов не превышает

$$\frac{25}{U_0} Z_s, \text{ Ом}$$

б) имеется уравнивающая связь распределительного щита с основной системой уравнивания потенциалов.

Использование проводящих частей в качестве PEN-проводника

4.15. В качестве PEN-проводника между нейтралью и щитом распределительного устройства следует использовать: при выводе фаз шинами — шину на изоляторах, при выводе фаз кабелем (проводом) — жилу кабеля (провода).

Проводимость PEN-проводника, идущего от нейтрали генератора или трансформатора, должна быть не менее 50 % проводимости вывода фаз.

Изоляция PEN-проводников должна быть равноценна изоляции фаз, за исключением тех случаев, когда в качестве PEN-проводников используются алюминиевые оболочки кабелей, оболочки и опорные конструкции шинопроводов, а также открытые проводящие части (ОПЧ) и сторонние проводящие части (СПЧ).

Дополнительная защита от сверхтока

4.16. Если при использовании устройств защиты от сверхтока сформулированные условия (см. табл. 4.1) не выполняются, должно применяться дополнительно уравнивание потенциалов. В качестве альтернативы уравниванию потенциалов для защиты может использоваться устройство защитного отключения, реагирующее на дифференциальный ток.

4.17. Защита при косвенном прикосновении посредством автоматического отключения источника питания должна обеспечить снижение напряжения прикосновения на территории строительной площадки до предельно допустимого значения 25 В переменного тока или 60 В постоянного тока.

4.18. Защита посредством снижения питающего напряжения до 110 В переменного тока между фазами и до 55 В переменного тока по отношению к земле (однофазная система) или 63,5 В переменного тока по отношению к земле (трехфазная система) рассматривается как одна из разновидностей защиты посредством автоматического отключения источника питания в системе TN.

ГЛАВА 5. ВРЕМЕННЫЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДОК

В дальнейшем изложении, в дополнение к общей терминологии, данной в табл. 1.1. будем использовать следующие термины:

Переносное электрооборудование — электрооборудование, которое переносится в процессе работы или которое может легко переноситься с одного места на другое, оставаясь подключенным к источнику питания.

Ручной электроинструмент — переносное электрооборудование, предназначенное для ручного использования при нормальной работе, в котором электродвигатель является составной частью оборудования.

Неподвижное оборудование — оборудование, прикрепленное к неподвижному основанию, или иным образом установленное в специальном помещении.

Стационарное электрооборудование — либо неподвижное электрооборудование, либо электрооборудование, не предназначенное для ручной переноски, и имеющее такую массу, которая не может легко передвигаться.

5.1. Передвижные электроустановки

5.1.1. Электроприемники передвижных установок должны получать питание от стационарных или передвижных источников питания электроэнергией с заземленной нейтралью (система TN) (рис. 5.1.1). При этом характеристики устройств защиты должны обеспечивать предельно допустимые времена отключения согласно табл. 4.1.

Передвижные источники могут использоваться для питания электроприемников стационарных или передвижных электроустановок.

При питании стационарных электроприемников от автономных передвижных источников режим нейтрали источника питания и

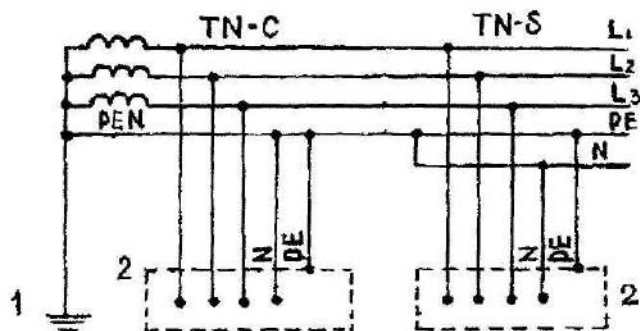


Рис. 5.1.1. Система TN-C-S

1 —заземлитель нейтрали источника питания; 2—открытые проводящие части

защитные меры должны соответствовать режиму и защитным мерам, принятым в сетях стационарных электроприемников.

5.1.2. При питании электроприемников передвижных установок от стационарных или передвижных источников с заземленной нейтралью зануление следует выполнять в сочетании с защитным отключением (рис. 5.1.2).

При выполнении зануления передвижных электроустановок проводимость РЕ-проводников должна соответствовать требованиям главы 7.

5.1.3. Корпуса электроприемников передвижной установки должны иметь надежную металлическую связь с корпусом этой установки (рис. 5.1.3).

5.1.4. При выполнении электрической связи корпуса источника питания с корпусом передвижной установки в качестве РЕ-проводника электрической связи корпусов электрооборудования должна использоваться специальная жила кабеля в трехфазных и однофазных сетях при системе питания TN-S (рис. 5.1.3).

5.1.5. Защитные проводники, включая проводники электрической связи корпусов оборудования, должны быть медными, находиться в общей оболочке с фазными проводниками и иметь равное с ними сечение.

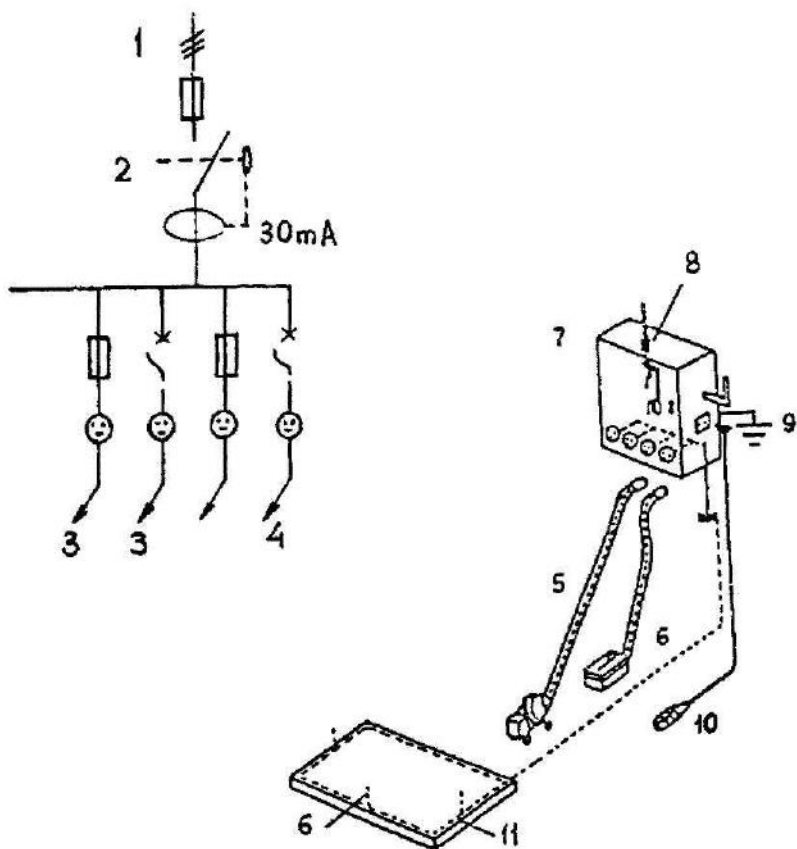


Рис. 5.1.2. Электроустановка, питающая строительную площадку небольших размеров

1—источник питания; 2—дифференциальный выключатель; 3—бетономешалка; 4 — электропила; 5 — защитный проводник; 6 — заземляющий проводник; 7—распределительный щит; 8—усиленная изоляция; 9 — заземлитель; 10 — переносное освещение; 11 — заземлитель фундаментного типа

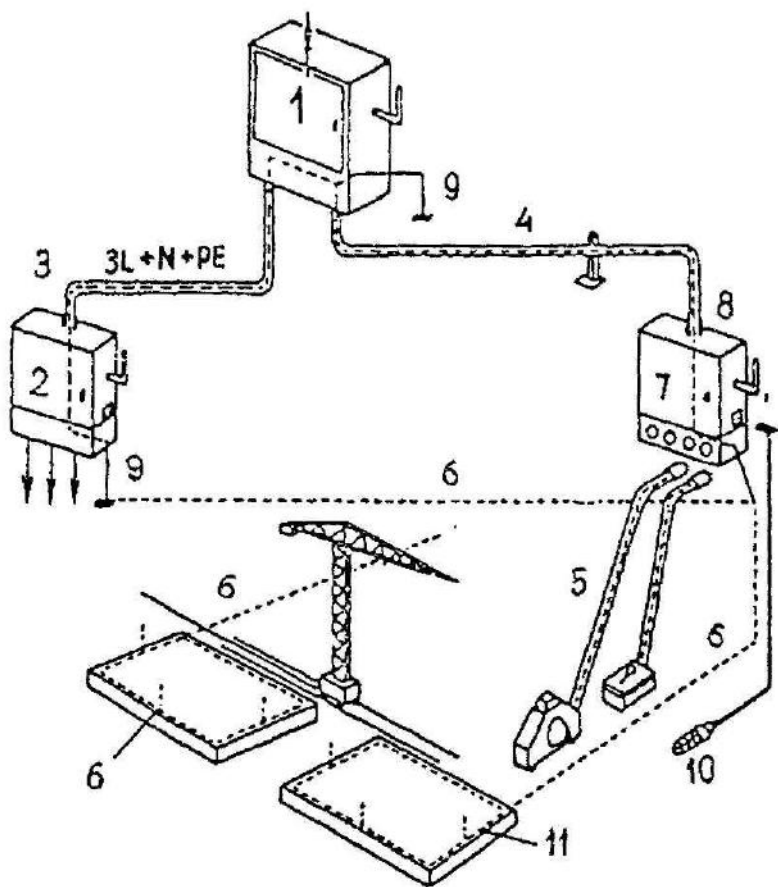


Рис 5.1.3. Электроустановка, питающая строительную площадку средних размеров

1 — главный распределительный щит; 2 — распределительный щит, питающий стационарное электрооборудование; 3 — подземный кабель; 4 — воздушная линия; 5 — защитный проводник; 6 — заземляющий проводник; 7 — распределительный щит, питающий передвижное и переносное электрооборудование; 8 — усиленная изоляция; 9 — заземлитель; 10 — переносное освещение; 11 — заземлитель фундаментного типа

5.1.6. В автономных передвижных источниках электроэнергии трехфазного тока допускается использование PEN-проводника на участке от нейтрали генератора до зажимов на щите распределительного устройства (система TN-C).

5.1.7. В передвижных электроустановках с автономными передвижными источниками питания допускается наличие разъединяющих приспособлений в цепях всех проводников (фазных, нулевых, защитных), если эти разъединяющие приспособления отключают все фазные и нулевые проводники одновременно с отключением защитных проводников или ранее.

5.1.8. В случае применения в качестве меры защиты в передвижных электроустановках защитного отключения, питающее напряжение должно отключаться устройствами, установленными до ввода в установку, при этом рекомендуется, чтобы в зону защиты входил и кабель, используемый для электроснабжения указанных передвижных электроустановок (рис. 5.1.3).

5.1.9. В системе TN-S главный распределительный щит (рис. 5.1.3) должен содержать селективные УЗО-Д, если не могут быть обеспечены условия для автоматического отключения питания посредством устройства защиты от сверхтока.

В системе TN-C используется защита от сверхтока.

5.1.10. В системе TN-S распределительный щит, питающий стационарное электрооборудование (рис. 5.1.3), должен содержать селективные УЗО-Д, если не могут быть обеспечены условия для автоматического отключения питания посредством устройства защиты от сверхтока.

5.1.11. В системе TN-S распределительный щит, питающий передвижное и переносное электрооборудование, должен содержать устройство защиты от сверхтока и УЗО-Д мгновенного действия, имеющее ток срабатывания не более 30 мА.

5.1.12. За исключением особо оговоренных случаев, для выбора электроустановок строительных площадок необходимо учитывать следующие условия внешних влияний:

- | | |
|--|-------|
| AA, окружающая температура: -25°C, +55°C | (AA7) |
| AD, присутствие воды: брызги | (AD4) |
| AE, присутствие твердых частиц: очень мелкие | (AE3) |
| AG, механические удары: высокой жесткости | (AG3) |
| AH, вибрация: средней интенсивности | (AH2) |
| BA, квалификация персонала — обычные лица | (BA1) |
| — инструктированный персонал | (BA4) |
| — обученный персонал для оперативной работы | (BA5) |

ВС, контакт лиц с потенциалом земли:

(с заземленными частями) — частый (ВС3)

— в стесненных помещениях (баки, пустые емкости,
кабельные туннели) (ВС4)

5.1.13. Аварийное освещение строительных площадок должно обеспечить безопасность при основной системе освещения. Аварийное освещение должно быть достаточным для эвакуации персонала и спасения технической документации. Аварийное освещение необходимо в очень темных зонах, например, таких как подземные гаражи и подвальные помещения.

Аварийное освещение может быть обеспечено посредством:

— установок с автономным питанием;

— установок, питаемых от аккумуляторных батарей, рассчитанных на длительность работы не менее 1 часа;

— двигатель-генератора, обеспечивающего автоматическое включение питания для аварийного освещения за время, не более 15 с.

Световые знаки должны четко показывать пути безопасной эвакуации персонала. Пути эвакуации должны быть ясно обозначены освещенными панелями, промаркированы ясно различимыми белыми знаками на зеленом фоне словами «выход» или «аварийный выход», пиктограммами и стрелками, указывающими направление выхода.

5.1.14. Другие цепи безопасности должны быть предусмотрены для такого оборудования как кондиционеры и насосы для откачки воды. Эти цепи должны быть так спроектированы, чтобы защита при косвенном прикосновении обеспечивалась без автоматического отключения источника, а, в случае повреждения нормального источника питания, нагрузка автоматически переключалась за время, не превышающее 15 с на двигатель-генератор или — либо аккумуляторную батарею, либо присоединением цепи, либо через инвертор.

5.1.15. Защита от прямого и косвенного прикосновений посредством систем БСНН и ЗСНН может быть использована когда условия работы осложняются такими обстоятельствами как необходимость применения переносного электроинструмента в стесненных проводящих помещениях, применение ручного электроинструмента во влажных помещениях или при использовании электрооборудования для прогрева бетона (система ЗСНН).

5.1.16. Для защиты от прямого прикосновения предусматриваются следующие защитные меры:

- защита посредством основной изоляции опасных токоведущих частей;

- защита посредством ограждений и оболочек.

Защита посредством барьеров от случайного контакта с опасными токоведущими частями, если они могут быть доступны, разрешается в случае, когда другие защитные меры не могут быть применены, и при этом только в течение очень ограниченного времени.

Защита вынесением за пределы зоны досягаемости разрешается только для воздушных линий, проходящих над строительными площадками.

Расстояние от проводов воздушных линий до строительных площадок должно быть согласовано энергоснабжающей организацией с учетом высоты используемых машин и механизмов строительной площадки, таких как краны.

5.1.17. Защита при косвенном прикосновении электроустановок строительной площадки обеспечивается автоматическим отключением источника. При этом предпочтительной системой для электроустановок строительной площадки является система TN-S. Система TN-C может быть использована в неподвижной части установки, которая размещена между источником и главным распределительным щитом (рис. 5.1.3).

5.1.18. Система IT может быть допущена в специальных случаях (питание насосов для откачки воды, питание вентиляторов и кондиционеров), когда необходимо избежать отключения источника питания при первом замыкании на землю. Такая система требует постоянного мониторинга изоляции с соответствующими звуковыми и/или визуальными сигналами оповещения о повреждении изоляции. Первое повреждение должно быть устранено в возможно более короткое время.

5.1.19. Защита посредством снижения напряжения таким образом, чтобы наибольшее напряжение между фазами не превышало 110 В переменного тока (65 В между фазой и нейтралью в трехфазной системе TN-S, 55 В между фазой и нейтралью в однофазной системе TN-S) принимая во внимание следующие особенности:

- нейтральная точка вторичной обмотки трансформатора или генератора должна быть заземлена;

- штепсельная вилка или розетка не должны быть взаимоза-

меняемы с другими штепсельными вилками или розетками, предназначенными для других напряжений.

Этот способ защиты может быть рекомендован при жестких внешних условиях, а системы БСНН или ЗСНН не могут быть использованы.

5.1.20. Защита посредством использования оборудования класса II или с эквивалентной изоляцией рекомендуется для переносного и ручного электроинструмента и для питания этого инструмента. Следует обратить внимание на то, что при использовании переносного и ручного электроинструмента для работы в помещениях, содержащих водяные брызги, эти инструменты должны иметь степень защиты не ниже IPX4.

5.1.21. В условиях строительных площадок защитная мера посредством непроводящих помещений *не разрешается*.

5.1.22. В условиях строительных площадок защитная мера посредством не заземленной местной (локальной) системы уравнивания потенциалов *не разрешается*.

5.1.23. В условиях строительных площадок защитная мера посредством отделения цепей ограничена разделяющим трансформатором, питающим гибким кабелем единичное оборудование.

5.1.24. Каждая цепь должна быть защищена от перегрузки. Однако, разрешается не включать защиту от сверхтока в цепях, питающих управляемые вручную подъемные аппараты.

5.1.25. Эксплуатируемое на строительной площадке электрическое оборудование должно отвечать следующим условиям:

- гибкое применение электрооборудования, позволяющее его успешное использование на различных строительных площадках;
- легкая замена компонентов;
- легкая эксплуатация, транспортировка и монтаж;
- способность выдерживать нагрузки, которым они могут подвергаться;
- безопасность в ожидаемых условиях обслуживания.

5.1.26. Электроустановка обеспечивает нормальную работу в течение гарантированного срока службы при условии ее обслуживания:

- обычными лицами (BA1) для выполнения простых работ, таких как включение штепсельной вилки электроинструмента в розетку;
- инструктированным персоналом (BA4) для всех других работ, таких как замена предохранителей, но без прикосновения к токоведущим частям;

— обученным персоналом (ВА5) для всех работ, в том числе, связанных с прикосновением к токоведущим частям.

5.1.21. Падение напряжения, большее предельно допустимого для неподвижных электроустановок зданий может быть допущено при условии, что оно не ухудшит работу оборудования и, в частности, не отразится на пуске асинхронных двигателей.

5.1.28. При любых принятых мерах защиты от прямого и косвенного прикосновений для дополнительной защиты от

— прямого прикосновения при повреждении изоляции;
— прямого прикосновения при повреждении оборудования или небрежности персонала;

— косвенного прикосновения к открытым проводящим частям, не связанным с землей, в результате обрыва защитного проводника или повреждения контакта заземления

должна быть обеспечена защита розеточных цепей посредством УЗО-Д, имеющего уставку по току утечки не более 30 мА.

5.1.29. На рис. 5.1.4 даны примеры параллельной и последовательной селективности УЗО-Д.

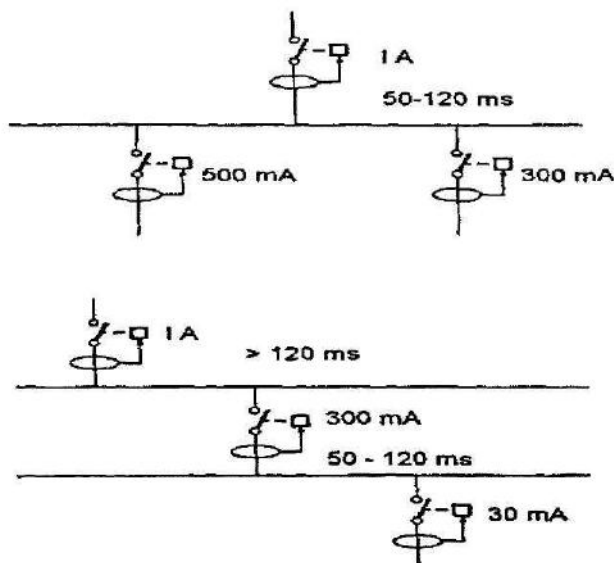


Рис. 5.1.4. Схема питания, обеспечивающая последовательную селективность защиты при использовании УЗО-Д

5.2. Краны

5.2.1. Части кранов, подлежащие занулению, должны быть при соединены к металлическим конструкциям крана, при этом должна быть обеспечена непрерывность электрической цепи металлических конструкций.

5.2.2. Рельсы кранового пути должны быть надежно соединены на стыках сваркой, приваркой перемычек соответствующего сечения, приваркой к металлическим подкрановым балкам для создания непрерывной электрической цепи, а также занулены.

При установке крана на открытом воздухе рельсы кранового пути, кроме того, должны быть соединены между собой (рис. 5.2.1) и заземлены не менее чем в двух разных местах, если сопротивление растеканию самих рельсов недостаточно.

5.2.3. При питании крана кабелем отдельная жила для зануления должна находиться в общей оболочке с остальными жилами.

5.2.4. Корпус кнопочного аппарата управления крана, управляемого с пола, должен быть изготовлен либо из изоляционного материала, либо занулен не менее чем двумя проводниками.

В качестве одного из этих проводников может быть использован тросик, на котором подвешен кнопочный аппарат управления.

5.2.5. Троллейные конструкции должны быть занулены.

Для зануления пневмоколесных кранов должны применяться заземлители в соответствии с ГОСТ 16556-81 «Заземлители для передвижных электроустановок. Общие технические условия».

5.3. Стесненные помещения с проводящими полом, стенами и потолком

Настоящий раздел содержит специальные требования к электроустановкам стесненных помещений с проводящими полом, стенами и потолком с целью обеспечения защиты людей от поражения электрическим током.

Электроустановки стесненных помещений с проводящими полом, стенами и потолком должны соответствовать общим требованиям главы 4 с учетом требований настоящего раздела, которые дополняют общие требования.

5.3.1. Стесненное помещение с проводящими полом, стенами и потолком — помещение, полы, стены и потолок которого выполне-

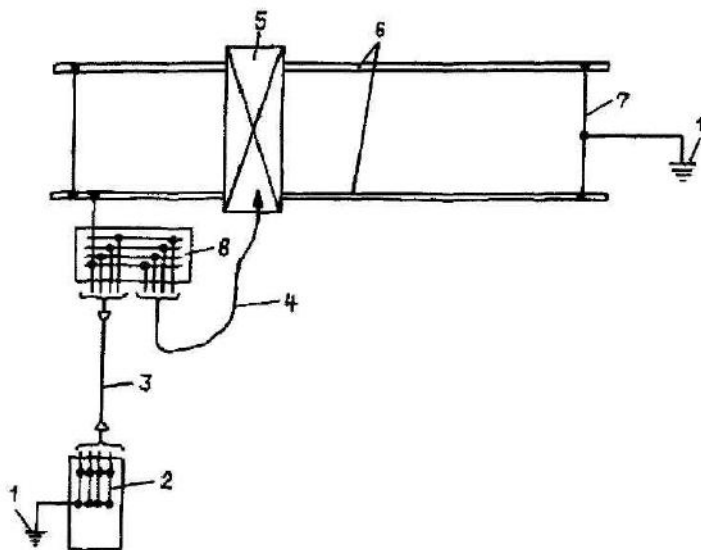


Рис. 5.2.1. Схема заземления (зануления) крана, установленного на открытом воздухе и питающегося по гибкому кабелю 1 — заземлитель; 2—вторичная обмотка питающего трансформатора; 3 — неподвижный четырехжильный питающий кабель; 4 — гибкий переносной питающий кабель; 5 — кран; 6 — рельсовые пути крана; 7—перемычка; 8—вводно-распределительное устройство

ны из токопроводящих материалов (металлические, железобетонные и т.п.), внутри которого человек имеет возможность одновременно прикасаться к имеющим соединение с землей сторонним проводящим частям (металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратом, механизмам и т.п.), с одной стороны, и к открытым проводящим частям (металлическим корпусам электрооборудования) с другой, и в котором возможность препятствовать этому одновременному прикосновению затруднена.

5.3.2. Защита от поражения электрическим током.

При применении системы БСНН, независимо от номинального напряжения, защиту от прямого прикосновения следует обеспечи-

вать либо посредством ограждений* или оболочек со степенью защиты не менее IP2X, или посредством изоляции, выдерживающей испытательное напряжение 500 В переменного тока (действующее значение) в течение 1 мин.

5.3. *Применение мер защиты от поражения электрическим током.*

Защита от прямого прикосновения посредством установки барьеров и путем размещения вне зоны досягаемости не допускается.

5.4. Для защиты при косвенном прикосновении допускаются только следующие меры защиты:

а) при питании ручного инструмента и переносных измерительных приборов — либо посредством применения систем БСНН или ЗСНН, либо посредством электрического разделения цепей при условии, что к вторичной обмотке разделяющего трансформатора подключают только один электроприемник. Рекомендуется применять электрооборудование класса II. При использовании электрооборудования класса I последнее должно иметь рукоятку из изоляционного материала или с изоляционным покрытием;

Примечание. Разделяющий трансформатор может иметь несколько вторичных обмоток.

б) при питании переносных ламп (светильников) — посредством применения системы БСНН или ЗСНН.

Допускается применение люминесцентных светильников со встроенным двухобмоточным трансформатором, подключаемым к источнику питания системы БСНН или ЗСНН;

в) при питании стационарного электрооборудования:

— либо посредством автоматического отключения питания и применения дополнительной системы уравнивания потенциалов, объединяющей все открытые проводящие части стационарного электрооборудования и все проводящие части помещения, одновременно доступные для прикосновения;

— либо посредством электрического разделения цепей при ус-

В ГОСТ 50571.13-96 ошибочно указаны *барьеры*.

ловии, что к вторичной обмотке разделяющего трансформатора подключен только один электроприемник.

5.3.5. Источник питания системы БСНН или ЗСНН и разделяющие трансформаторы следует устанавливать вне стесненных помещений с проводящими полом, стенами и потолком, за исключением случая, предусмотренного в 5.3.4, б.

5.3.6. Если для отдельных видов стационарного электрооборудования, таких как контрольно-измерительные приборы, необходимо предусматривать рабочее заземление, то в этом случае применяют систему уравнивания потенциалов, соединяющую все открытые проводящие части стационарного электрооборудования и сторонние проводящие части внутри стесненного помещения с проводящими полом, стенами и потолком, и рабочее заземление.

5.4. Переносные электроприёмники

5.4.1. Питание переносных электроприёмников следует выполнять от сети напряжением не выше 380/220 В, при этом характеристики устройств защиты должны обеспечивать предельно допустимые времена отключения для системы TN согласно табл 4.1.1.

В зависимости от категории помещения по уровню опасности поражения людей электрическим током переносные электроприёмники могут питаться либо непосредственно от сети, либо через безопасные разделяющие или понижающие трансформаторы (см. 1.15.).

5.4.2. Зануление металлических корпусов переносных электроприёмников следует выполнять:

при номинальном напряжении выше 25 В переменного тока и выше 60 В постоянного тока в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках, за исключением электроприёмников с двойной изоляцией или питающихся от безопасных разделяющих трансформаторов.

5.4.3. Зануление переносных электроприёмников должно осуществляться специальной жилой (третья — для электроприёмников однофазного и постоянного тока, четвёртая или пятая — для электроприёмников трёхфазного тока), расположенной в одной оболочке с фазными жилами и присоединяемой к корпусу электро-
120

приёмника и к специальному контакту вилки втычного соединителя (см. 5.4.4.). Сечение этой жилы должно быть равным сечению фазных проводников. Использование для этой цели нулевого рабочего проводника, в том числе расположенного в общей оболочке, не допускается.

Жилы проводов и кабелей, используемые для зануления переносных электроприёмников, должны быть гибкими, медными сечением не менее 1,5 мм².

5.4.4. Во втычных соединителях переносных электроприёмников, удлинительных проводов и кабелей к розетке должны быть подведены проводники со стороны источника питания, а к вилке — со стороны электроприёмников.

Втычные соединители должны иметь специальные контакты, к которым присоединяются РЕ-проводники.

Соединение между этими контактами при включении должно устанавливаться до того, как войдут в соприкосновение контакты фазных проводников. Порядок разъединения контактов при отключении должен быть обратным.

Конструкция втычных соединителей должна быть такой, чтобы была исключена возможность соединения контактов фазных проводников с контактами зануления.

Если корпус втычного соединителя выполнен из металла, он должен быть электрически соединён с контактом зануления.

5.4.5. РЕ-проводник переносных проводов и кабелей должны иметь отличительный признак.

5.5. Электрическое освещение

Общие требования

5.5.1. Для питания осветительных приборов общего внутреннего и наружного освещения должно применяться напряжение не выше 220 В переменного или постоянного тока. В помещениях без повышенной опасности напряжение 220 В может применяться для всех стационарно установленных осветительных приборов вне зависимости от высоты их установки.

5.5.2. В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных при высоте установки светильников общего освещения над

полом или площадкой обслуживания менее 2,5 м необходимо применять светильники класса защиты II или III. Допускается использование светильников класса защиты I, в этом случае цепь должна быть защищена дифференциальными автоматическими выключателями с током срабатывания до 30 мА.

5.5.3. В установках освещения фонтанов и бассейнов номинальное напряжение питания погружаемых в воду осветительных приборов должно быть не более 12 В (система БСНН).

5.5.4. Для питания светильников местного стационарного освещения с лампами накаливания должны применяться напряжения: в помещениях без повышенной опасности — *не выше 220 В (защита при косвенном прикосновении обеспечивается посредством автоматического отключения питания)* и в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных — *не выше 25 В (защита при косвенном прикосновении обеспечивается посредством системы БСНН)*.

В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных допускается напряжение до 220 В. *В этом случае защита при косвенном прикосновении обеспечивается посредством автоматического отключения питания, а кроме основной защиты от прямого прикосновения посредством основной изоляции должна быть обеспечена дополнительная защита при случайном непреднамеренном прямом прикосновении к опасным токоведущим частям посредством УЗО-Д с током уставки I^{Δ} не выше 30 мА.*

Для питания светильников местного освещения с люминесцентными лампами должно применяться напряжение не выше 220 В. При этом в помещениях сырых, особо сырых, жарких и с химически активной средой применение люминесцентных ламп для местного освещения допускается только в арматуре специальной конструкции.

Лампы ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ и ДНаТ должны применяться для местного освещения при напряжении не выше 220 В в арматуре, специально предназначенной для местного освещения.

5.5.5. Для питания переносных светильников в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных должно применяться напряжение *не выше 25 В (защита при прямом и косвенном прикосновении обеспечивается посредством системы БСНН)*.

При наличии особо неблагоприятных условий, а именно когда опасность поражения электрическим током усугубляется теснотой, неудобным положением работающего, соприкосновением с большими металлическими, хорошо заземленными поверхностями (например, работа в котлах), и в наружных установках для питания ручных светильников, должно применяться напряжение *не выше 12 В (система БСНН)*.

Переносные светильники, предназначенные для подвешивания или устанавливаемые на переставных стойках независимо от высоты установки, а также настольные, напольные и т.п. приравниваются при выборе напряжения к стационарным светильникам местного стационарного освещения (п. 5.5.4./

5.5.6. Питание светильников напряжением до 50 В должно производиться от безопасных разделяющих трансформаторов или от автономного источника тока (гальванического элемента, аккумулятора, двигатель-генератора), который обеспечивает степень безопасности, равноценную степени, обеспечиваемой безопасным разделяющим трансформатором.

Выполнение и защита осветительных сетей

5.5.7. Сечение PEN-проводников трехфазных четырехпроводных питающих и групповых линий с лампами люминесцентными, ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ, ДНаТ при одновременном отключении всех фазных проводников линии должно выбираться:

1. Для участков сети, по которым протекает ток от ламп с компенсированными пускорегулирующими аппаратами, равным фазному, *но не менее 10 мм² для медных и 16 мм² для алюминиевых проводников независимо от сечения фазных проводников.*

2. Для участков сети, по которым протекает ток от ламп с некомпенсированными пускорегулирующими аппаратами, равным фазному при сечении фазных проводников менее или равном 16 мм² для медных и 25 мм² для алюминиевых проводников, *но не менее 10 мм² для медных и 16 мм² для алюминиевых проводников независимо от сечения фазных проводников, и*

не менее 50% сечения фазных проводников при больших сечениях, но не менее 16 мм² для медных и 25 мм² для алюминиевых *проводников*.

5.5.8. Установка предохранителей, автоматических и неавтоматических однополюсных выключателей в нулевых рабочих проводниках (N-проводниках) и в PEN-проводниках запрещается.

Защитные меры безопасности

5.5.9. Зануление установок электрического освещения должно выполняться согласно требованиям главы 4, а также дополнительным требованиям, приведенным в пп. 5.5.10. — 5.5.17., 5.5.19. и в разделах 2.1., 5.14., 6.1.

5.5.10. Зануление металлических корпусов светильников общего освещения с лампами накаливания и с лампами люминесцентными, ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ, натриевыми со встроенными внутрь светильника пускорегулирующими аппаратами следует осуществлять присоединением к заземляющему винту корпуса светильника РЕ-проводника.

Зануление корпуса светильника ответвлением от нулевого рабочего проводника внутри светильника запрещается. При вводе в светильник проводов, не имеющих механической защиты, защитный проводник должен быть гибким.

5.5.11. Зануление металлических корпусов светильников местного освещения на напряжение *выше 25 В* должно удовлетворять следующим требованиям:

1. *Защитный проводник (РЕ-проводник) должен быть присоединен к корпусу светильника.*

2. *Между корпусом светильника, металлической конструкцией, на которой светильник установлен, и металлическим кронштейном должно быть выполнено надежное электрическое соединение посредством специально предназначенных для этой цели уравнивающих проводников.*

5.5.12. Зануление металлических корпусов светильников общего освещения с любыми источниками света в помещениях как без повышенной опасности, так и с повышенной опасностью и особо опасных, во вновь строящихся и реконструируемых жилых и общественных зданиях, а также в административно-конторских, быто-

вых, проектно-конструкторских, лабораторных и т.п. помещениях промышленных предприятий (приближающихся по своему характеру к помещениям общественных зданий) следует осуществлять в соответствии с требованиями раздела 6.1.

5.5.13. В помещениях без повышенной опасности производственных, жилых и общественных зданий при напряжении выше 50 В должны применяться переносные светильники класса I по ГОСТ 12.2.007.0-75 «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

Групповые линии, питающие штепсельные розетки, должны выполняться в соответствии с требованиями раздела 6.1.

5.5.14. Защитные проводники в сетях с заземленной нейтралью в групповых линиях, питающих светильники общего освещения и штепсельные розетки (пп. 5.5.11, 5.5.12), нулевой рабочий и нулевой защитный проводники не допускается подключать под общий контактный зажим.

5.5.15. При выполнении зануления осветительных приборов наружного освещения должно выполняться также подключение железобетонных и металлических опор к РЕ-проводнику и к PEN-проводнику.

5.5.16. При установке осветительных приборов наружного освещения на железобетонных и металлических опорах электрифицированного городского транспорта осветительные приборы и опоры должны быть подсоединены к PEN-проводнику линии.

5.5.17. При питании наружного освещения воздушными линиями должна выполняться защита от атмосферных перенапряжений в соответствии с разделом 5.12.

5.5.18. При выполнении схем питания светильников и штепсельных розеток следует выполнять требования по установке дифференциальных автоматических выключателей и УЗО, изложенные в разделе 6.1.

5.5.19. Для установок наружного освещения: освещения фасадов зданий, монументов и т.п., наружной световой рекламы и указателей в сетях TN-S или TN-C-S должны быть применены дифференциальные автоматические выключатели с током срабатывания до 30 мА, при этом фоновое значение токов утечки должно быть, по крайней мере, в 3 раза меньше уставки срабатывания автоматического выключателя по дифференциальному току.

Внутреннее освещение

5.5.20. *Питание светильника местного освещения может осуществляться при помощи ответвления от силовой цепи механизма или станка, для которых предназначен светильник.*

Ответвление к светильникам местного освещения при напряжении более 25 В в пределах рабочего места должно выполняться в трубах, коробах, других механически прочных конструкциях из негорючих материалов.

Выполнение и защита сетей наружного освещения

5.5.21 *В однофазных трехпроводных сетях (TN-S) наружного освещения, питающих осветительные приборы с разрядными лампами сечение нулевых рабочих проводников (N-проводников) должно быть равным фазному.*

В трехфазных четырехпроводных сетях (TN-C) при одновременном отключении всех фазных проводников линии сечение PEN-проводников должно выбираться:

1. *Для участков сети, по которым протекает ток от ламп с компенсированными пускорегулирующими аппаратами, равным фазному, но не менее 10 мм² для медных и 16 мм² для алюминиевых проводников независимо от сечения фазных проводников.*

2. *Для участков сети, по которым протекает ток от ламп с некомпенсированными пускорегулирующими аппаратами равным фазному при сечении фазных проводников менее или равному 16 мм² для медных и 25 мм² для алюминиевых проводников, но не менее 10 мм² для медных и 16 мм² для алюминиевых проводников независимо от сечения фазных проводников, и не менее 50% сечения фазных проводников при больших сечениях, но не менее 16 мм² для медных и 25 мм² для алюминиевых проводников.*

Осветительные приборы

5.5.22. *Зарядка кронштейнов осветительной арматуры местного освещения должна соответствовать требованию:*

Провода необходимо заводить внутрь кронштейна или защищать иным путем от механических повреждений. Это требование не является обязательным для сетей напряжением до 25 В (система БСНН).

Электроустановочные устройства

5.5.23. Штепсельные розетки для переносных электроприемников с частями, подлежащими защитному заземлению, должны быть снабжены защитным контактом для присоединения РЕ проводника. При этом конструкция розетки должна исключать возможность использования токоведущих контактов в качестве контактов, предназначенных для защитного заземления.

Соединение между заземляющими контактами вилки и розетки должно устанавливаться до того, как войдут в соприкосновение токоведущие контакты; порядок отключения должен быть обратным. Заземляющие контакты штепсельных розеток и вилок должны быть электрически соединены с их корпусами, если они выполнены из токопроводящих материалов.

5.5.24. *В трехпроводных сетях TN-S должны использоваться двухполюсные выключатели.*

5.5.25. *В групповых сетях при напряжении выше 25 В в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных число полюсов выключателя должно быть равным числу рабочих проводников.*

5.6. Кабельные сети

5.6.1. Металлические корпуса кабельных муфт, защитных противопожарных кожухов, кабельных вводов в трансформаторы и КРУ; металлические оболочки, экраны и броня кабелей; панцирные оплетки проводов, а также металлические конструкции, по которым или в которых прокладывают кабели и провода, должны быть заземлены.

5.6.2. Металлические оболочки и броня кабелей должны быть соединены гибкой медной перемычкой между собой (рис. 5.6.1) и с металлическим корпусом муфт.

Допускается для соединительных и концевых муфт использовать заземляющие перемычки в виде медной шины требуемого сечения толщиной не менее 2 мм.

Заземляющую перемычку из медной шины следует присоединять при помощи пайки.

5.6.3. Сечение гибких соединительных перемычек для силовых

кабелей в установках до и выше 1000 В при отсутствии указаний в проекте должно быть не менее значений, приведенных ниже, мм²:

Сечение жилы кабеля.....	<10	16-35	50-120	>150
Сечение медной перемычки	6	10	16	25

Заземление металлических оболочек контрольных кабелей следует выполнять медными проводниками сечением не менее 4 мм².

5.6.4. В сырых помещениях, туннелях и каналах места пайки необходимо покрывать антикоррозионным составом.

5.6.5. Если на опорной конструкции установлены концевые муфты и комплект разрядников, то броня, металлические оболочки и экраны кабелей, а также металлические корпуса кабельных муфт, должны быть присоединены к заземляющему устройству разрядников.

Использование в качестве заземляющего устройства только металлической оболочки, экрана и брони кабеля запрещается.

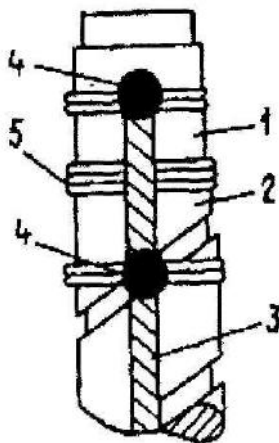


Рис. 5.6.1. Заземление кабеля с металлической оболочкой и ленточной броней на концевой заделке

1 — оболочка кабеля; 2 — броня; 3 — провод заземления; 4 — место пайки; 5 — бандаж, скрепляющий окончание брони

5.7. Воздушные линии электропередачи

5.7.1. В сетях с заземленной нейтралью крюки и штыри фазных проводов, устанавливаемые на железобетонных опорах, а также металлические конструкции и арматура этих опор, должны быть присоединены защитным проводником к PEN-проводнику.

Заземляющие проводники должны иметь диаметр не менее 6 мм.

Крюки и штыри фазных проводов, устанавливаемые на деревянных опорах, заземлению не подлежат, за исключением крюков и штырей на опорах, где выполнены повторные заземления PEN-проводника и заземления защиты от атмосферных перенапряжений, а также во всех случаях, когда по опоре проложен неизолированный заземляющий проводник или кабель с металлической заземленной оболочкой.

5.7.2. В сетях с заземленной нейтралью арматура изоляторов всех типов, оттяжки, кронштейны, осветительная арматура, установленные на металлических и железобетонных опорах, должны быть присоединены к PEN-проводнику, который должен быть заземлен у трансформатора и повторно на линии согласно проекту.

Соединение с PEN-проводником необходимо производить перемычкой из голого проводника, которую следует присоединить к PEN-проводнику специальными ответвительными болтовыми зажимами.

Заземляющие перемычки присоединяют к опоре болтовым зажимом, установленным непосредственно на металлической опоре или траверсе (рис. 5.7.1), а к железобетонной опоре — с помощью специального вывода, соединенного с арматурой опоры.

5.7.3. Заземление опор наружного освещения с кабельным питанием необходимо производить через нулевую жилу, соединенную с оболочкой кабеля, в сетях с заземленной нейтралью.

5.7.4. Оттяжки металлических и железобетонных опор ВЛ, закрепленные нижним концом на высоте менее 2,5 м от земли, должны быть либо заземлены с сопротивлением заземляющего устройства не более 10 Ом, либо изолированы при помощи натяжного изо-

лятора, рассчитанного на напряжение ВЛ и установленного на высоте не менее 2,5 м от земли.

Заземление оттяжек на деревянных опорах не требуется.

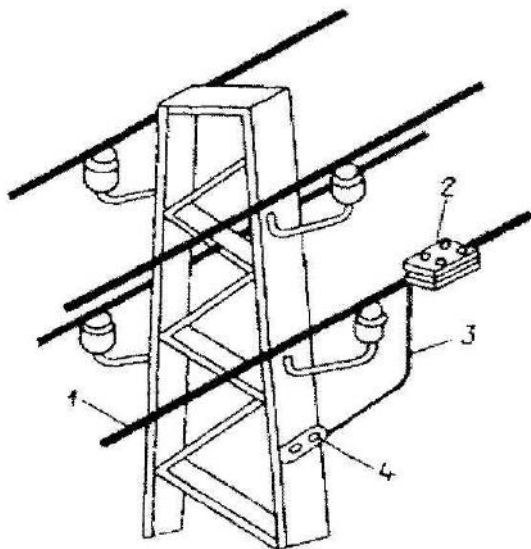


Рис. 5.7.1. Заземление металлической опоры воздушной линии электропередачи напряжением до 1000 В в сетях с заземленной нейтралью

1 — PEN-проводник; 2—ответвительный зажим; 3—заземляющая перемычка; 4—заземляющий винт

Сопротивление заземлителя нейтрали

5.7.5. В случаях замыкания фазного проводника на землю, например в воздушных линиях электропередачи, для того, чтобы потенциал защитного проводника и связанных с ним открытых проводящих частей не превышал установленного значения 25 В, должно выполняться следующее соотношение:

$$\frac{R_b}{R_E} \leq \frac{25}{U_0 - 25},$$

где R_b —эквивалентное сопротивление всех заземлителей, соединённых параллельно;

R_E — минимальное сопротивление заземлителя сторонних проводящих частей, не присоединённых к защитному проводнику и оказавшихся в цепи замыкания фазы на землю;

U_0 — номинальное действующее значение фазного напряжения.

При этом сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединены нейтрали генератора или трансформатора или выводы источника однофазного тока, в любое время года должно быть не более 1, 2 и 3 Ом соответственно при линейных напряжениях 660, 380 и 220 В источника трёхфазного тока или 380, 220 и 127 В источника однофазного тока. Это сопротивление должно быть обеспечено с учётом использования естественных заземлителей, а также заземлителей повторных заземлений PEN-проводника ВЛ до 1 кВ при количестве отходящих линий не менее двух. При этом сопротивление заземлителя, расположенного в непосредственной близости от нейтрали генератора или трансформатора или вывода источника однофазного тока, должно быть не более 10, 20 и 30 Ом соответственно при линейных напряжениях 660, 380 и 220 В источника трёхфазного тока или 380, 220 и 127 В источника однофазного тока.

При удельном сопротивлении горной породы более 100 Ом·м допускается увеличивать указанные нормы в 0,01 раз, но не более чем в десять раз.

Повторное заземление PEN-проводника

5.7.6. На ВЛ зануление должно быть осуществлено PEN-проводником, проложенным на тех же опорах, что и фазные провода.

На концах ВЛ (или ответвлений от них) длиной более 200 м, а также на вводах от ВЛ к электроустановкам, которые подлежат занулению, должны быть выполнены повторные заземления PEN-проводника. При этом в первую очередь следует использовать естественный заземлитель, например подземные части опор (см. 8.1), а также заземляющие устройства, выполненные для защиты от грозовых перенапряжений.

Повторные заземления PEN-проводника в сетях постоянного тока должны быть осуществлены при помощи отдельных искусственных заземлителей, которые не должны иметь металлических соединений с подземными трубопроводами. Заземляющие устрой-

ства на ВЛ постоянного тока, выполненные для защиты от грозовых перенапряжений, рекомендуется использовать для повторного заземления PEN-проводника.

Заземляющие проводники для повторных заземлений PEN-проводника должны быть выбраны из условия длительного прохождения тока не менее 25 А. По механической прочности эти проводники должны иметь размеры не менее приведённых в табл. 7.1.

5.7.7. Общее сопротивление растеканию заземлителей (в том числе естественных) всех повторных заземлений PEN-проводника каждой ВЛ в любое время года должно быть не более 2, 5 и 10 Ом соответственно при линейных напряжениях 660, 380 и 220 В источника трёхфазного тока или 380, 220 и 127 В источника однофазного тока. При этом сопротивление растеканию заземлителя каждого из повторных заземлений должно быть не более 10, 20 и 30 Ом соответственно при тех же напряжениях.

При удельном сопротивлении земли ρ более 100 Ом·м допускается увеличивать указанные нормы в 0,01 ρ раз, но не более чем в десять раз.

5.7.8. Крюки и штыри фазных проводов, установленных на железобетонных опорах, а также арматура этих опор, должны быть присоединены к PEN-проводнику. Стальные заземляющие проводники должны иметь диаметр не менее 6 мм. Крюки и штыри фазных проводов, установленные на деревянных опорах, где выполнено повторное заземление PEN-проводника, подлежат заземлению.

5.8. Распределительные устройства

5.8.1. При вертикальной установке фаз бетонных или деревянных реакторов должны быть заземлены фланцы опорных изоляторов нижней фазы и фланцы распорных (при наличии таковых) изоляторов верхней фазы. При горизонтальном расположении фаз реакторов заземляющие проводники следует присоединять к заземляющим болтам фланцев изоляторов каждой фазы. Заземляющие проводники не должны образовывать вокруг реакторов замкнутых контуров.

5.8.2. У трансформаторов тока должны быть заземлены корпус, каждая закороченная (неиспользуемая вторичная) обмотка, а также все остальные вторичные обмотки, если это предусмотрено проектом.

ектом. Вторичные обмотки заземляются с помощью перемычки из медного провода между одним из зажимов вторичной обмотки и заземляющим винтом на корпусе трансформатора тока. Каждая вторичная обмотка должна быть заземлена только в одной точке.

5.8.3. Батареи статических конденсаторов следует заземлять путем присоединения заземляющего проводника к заземляющему болту бака каждого конденсатора, а вентильных разрядников — к заземляющим болтам основания (цоколя) каждой фразы непосредственно или через счетчик срабатываний.

5.8.4. У силовых трансформаторов с заземленной нейтралью вторичной обмотки трансформатора напряжением до 1000 В нейтраль трансформатора должна соединяться с заземлителем отдельным проводником (рис. 5.8.1, а).

Нейтраль трансформатора должна быть заземлена. Заземление нейтрали осуществляется отдельным проводником, присоединенным к ближайшим металлическим частям строительных конструкций. Для этих целей в первую очередь необходимо использовать металлические и железобетонные колонны.

В установках с изолированной нейтралью заземление обмотки трансформатора с напряжением до 1000 В осуществляется через пробивной предохранитель в соответствии с проектом (рис. 5.8.1, б).

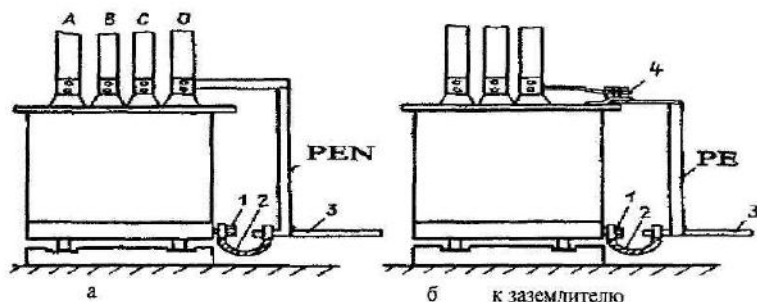


Рис. 5.8.1. Заземление силового трансформатора с заземленной нейтралью вторичной обмотки напряжением до 1000 В (а) и с изолированной нейтралью (б)

1 — заземляющий болт; 2 — гибкая перемычка; 3 — магистраль заземления (зануления); 4 — пробивной предохранитель

Для заземления корпуса силового трансформатора заземляющий проводник следует присоединить к заземляющему болту на корпусе трансформатора. Это присоединение должно быть выполнено так, чтобы не было необходимости нарушения проводки при выкатке трансформатора.

5.8.5. В помещениях распределительных устройств (РУ), щитов управления и защита, КТП и ЩСУ в качестве магистрали заземления (зануления) следует использовать стальные и железобетонные каркасы производственных зданий, металлические обрамления кабельных каналов, а также закладные элементы при установке КСО, КРУ, ЩУ и т.п.

Отдельные участки магистрали, образованной металлическим обрамлением кабельных каналов, а также закладными элементами для установки КСО, КРУ, ЩУ и т.п. должны быть надежно сварены. Специально заземляющие проводники надлежит прокладывать только для соединения обрамлений каналов и закладных элементов между собой и присоединения их к заземляющему устройству.

Каждый шкаф КРУ, КСО и каждая панель защиты или управления должны быть присоединены сваркой не менее чем в двух местах к закладным деталям или обрамлениям каналов, образующим магистраль заземления (зануления). При этом площадь сечения сварных соединений не должна быть меньше площади сечения стального нулевого защитного проводника.

При использовании конструкций зданий в качестве заземляющих устройств каждый шкаф КРУ, КСО и каждая панель защиты или управления должны быть присоединены при помощи стальной полосы или прутка к стальной колонне или к закладному элементу железобетонной колонны каркаса здания.

5.8.6. Заземляющий проводник должен быть приварен к основным рамам дверей ограждения бетонных ячеек распределительных устройств.

5.8.7. Металлические конструкции открытых распределительных устройств заземляют путем приваривания заземляющего проводника к основанию (нижней части) конструкции. Отдельные звенья конструкции должны быть соединены между собой сваркой.

5.8.8. У масляных выключателей и приводов к ним, у опорных изоляторов, линейных выводов, проходных изоляторов, предохра-

нителей высокого напряжения, добавочных сопротивлений, автоматических выключателей и т.п. заземляющий проводник должен быть присоединен к заземляющему болту.

5.8.9. Трансформаторы напряжения следует заземлять путем присоединения заземляющего проводника к заземляющему болту на кожухе (корпусе).

Нулевая точка обмотки высокого напряжения (в случаях, указанных в проекте) должна быть присоединена медным проводом к заземляющему болту на кожухе (корпусе) трансформатора. Нулевая точка или фазный провод обмотки низкого напряжения должна быть присоединена либо к заземляющему болту на кожухе (корпусе) трансформатора, либо к клеммным зажимам в соответствии с указаниями, приведенными в проекте.

5.8.10. Вывод PEN-проводника от нейтрали генератора или трансформатора на щит распределительного устройства должен быть выполнен при выводе фаз шинами — шиной на изоляторе, а при выводе фаз кабелем (проводом) — жилой кабеля (провода).

Проводимость PEN-проводника, идущего от нейтрали генератора или трансформатора, должна быть не менее 50 % проводимости вывода фаз.

5.8.11. PEN-проводники, отходящие от нулевой шины (независимо от того, установлена она на изоляторах или нет), должны иметь изоляцию, соответствующую напряжению данной сети.

5.9. Отдельные аппараты, щитки, шкафы и ящики с электрооборудованием напряжением до 1 кВ

5.9.1. Присоединение стальных заземляющих проводников к корпусам аппаратов следует выполнять с помощью болтового соединения. Контактные поверхности при этом должны быть зачищены до металлического блеска и покрыты противокоррозионной смазкой, например по ГОСТ 19537-83 «Смазка пушечная. Технические условия» или по ГОСТ 6267-74* «Смазка ЦИАТИМ-201. Технические условия».

5.9.2. В шкафах, ящиках, щитах должна быть предусмотрена общая шина, к которой следует присоединять зануляемые части отдельных аппаратов. К этой шине должен быть присоединен корпус шкафа, ящика, щита и т.д., а также медные проводники для

зануления проводов с металлической оболочкой, перемычки от металлических труб электропроводки и т.п. Заземляющую шину щита (шкафа, ящика) следует присоединять к РЕ- или PEN-проводнику питающей линии или к магистрали зануления.

5.9.3. Металлические дверцы щитка, шкафа, ящика должны быть занулены с помощью гибких медных перемычек между дверцей и металлическим зануленным неподвижным каркасом щита, шкафа, ящика.

5.9.4. К одному зануляющему болту (винту) запрещается присоединять более двух кабельных наконечников. На заземляющей (нулевой) шине должны быть предусмотрены болтовые присоединения необходимого числа заземляющих, нулевых защитных и нулевых рабочих проводников.

5.9.5. Не требуется преднамеренно занулять корпуса электрооборудования и аппаратов, установленных на зануленных металлических конструкциях, распределительных устройствах, щитах, шкафах, щитках, станинах станков, машин и механизмов, при условии обеспечения надежного электрического контакта с зануленными основаниями.

5.10. Электрические машины

5.10.1. Электрические машины, установленные на вибрирующем основании или на салазках, необходимо заземлять (занулять) с помощью гибкой перемычки между неподвижным заземляющим (нулевым защитным) проводником и корпусом электродвигателя.

5.10.2. Двигатель-генераторы, состоящие из машин напряжением до 1 кВ, следует заземлять путем присоединения заземляющих (нулевых защитных) проводников к заземляющим винтам статоров. У машин напряжением выше 1000 В заземляющие проводники следует присоединять к заземляющим винтам как статора, так и фундаментам плиты.

Заземление обмоток машин необходимо выполнять в соответствии с проектом.

5.10.3. У машин, имеющих на статоре два винта (болта) заземления (турбогенераторы, гидрогенераторы, синхронные компенса-

торы), заземляющие проводники должны быть подведены также к заземляющим винтам (болтам) фундаментных плит и систем водоснабжения газоохладителей.

Съемные металлические кожухи, закрывающие токоведущие части, кроме кожуха траверсы, если он не установлен на изолированном подшипнике, должны быть электрически соединены с заземленным корпусом турбогенератора.

5.10.4. Внешние трубопроводы подачи и слива дистиллята, а также трубопроводы продувки коллекторов, трубопроводы обмотки статора, должны быть заземлены не менее чем в двух точках.

5.10.5. При наличии у машин стояков подшипников, имеющих электрическую изоляцию от фундаментной плиты, заземляющие проводники должны быть проложены на расстоянии не менее 50 мм от изолированного стояка и от присоединенных к нему маслопроводов.

5.11. Электроустановки строительных фургонов и их стоянок

Настоящий раздел содержит специальные требования к электроустановкам строительных фургонов и их стоянок, имеющих номинальное напряжение не более 380 В, с целью обеспечения защиты людей от поражения электрическим током.

Электроустановки фургонов и их стоянок на строительных площадках должны соответствовать общим требованиям раздела главы 4 с учетом требований настоящего раздела, которые дополняют общие требования.

В дальнейшем будем использовать следующую терминологию.

Строительный фургон — автоприцеп, предназначенный для размещения строительных рабочих.

Строительный автофургон — фургон на автомобильном ходу.

Площадка строительного фургона — поверхность земли на территории строительной площадки, предназначенная для установки одного строительного фургона.

Стоянка строительных фургонов — часть территории на территории строительной площадки, содержащая две и более площадки строительных фургонов.

А. Специальные требования для электроустановок стоянок строительных площадок и строительных фургонов

Защита от поражения электрическим током

5.11.1. Защита от прямого прикосновения посредством барьеров не должна применяться.

5.11.2. Защита от прямого прикосновения посредством размещения вне пределов досягаемости не должна применяться.

5.11.3. Защита при косвенном прикосновении посредством не проводящих помещений не должна применяться. Это обстоятельство исключает возможность использования электрооборудования класса 0.

Способ питания

5.11.4. Предпочтительным является способ питания посредством подземной кабельной распределительной сети, питающей электрооборудование площадок строительных фургонов.

5.11.5. Система подземных кабелей, если не обеспечена дополнительная механическая защита, должна быть расположена за пределами площадок строительных фургонов или за пределами территории, где могут забиваться в землю монтажные и строительные стержни, связанные с установкой фургонов и навесов.

5.11.6. Все воздушные проводники должны быть изолированными. Они должны быть расположены на расстоянии не менее 2 м снаружи от вертикальной поверхности, восстановленной от горизонтальной границы площадки строительного фургона.

Опоры и другие поддерживающие конструкции воздушной линии должны быть расположены или защищены таким образом, чтобы они не подвергались опасности разрушения при движении фургонов.

Провода воздушной линии должны быть расположены на высоте не менее 6 м от поверхности земли на всей территории, где предусмотрено движение транспортных средств.

Электрооборудование площадки строительного фургона

5.11.7. Электрооборудование для питания строительного фургона должно быть расположено поблизости от площадки, но не более

чем на расстоянии 20 м от соединительной арматуры фургона или навеса, где установлен фургон.

Штепсельные розетки

5.11.8. Штепсельные розетки для питания строительного фургона должны быть помещены в оболочки, выполненные из материала, выдерживающие его нагревание до температуры не менее 850°C.

Штепсельные розетки должны быть расположены на высоте 0,8 ... 1,5 м от уровня земли.

Номинальный ток штепсельной розетки должен быть не менее 16 А.

5.11.9. По меньшей мере одна штепсельная розетка должна быть предусмотрена для присоединения каждого строительного фургона.

Рекомендуется однофазные розетки присоединять к одной фазе.

5.11.10. Каждая штепсельная розетка должна быть обеспечена индивидуальной защитой от сверхтока.

5.11.11. Штепсельные розетки должны быть защищены посредством УЗО-Д с током уставки не более 30 мА. Одно УЗО-Д должно обеспечивать защиту не более 6 штепсельных розеток.

Специальные требования для соединительных устройств (рис. 5.11.1)

5.11.12. Соединение между штепсельной розеткой площадки строительного фургона и строительным фургоном должно удовлетворять следующим условиям:

- 1) штепсельная вилка должна иметь защитный контакт;
- 2) гибкий кабель длиной 25 м с защитным проводником, имеющим площадь поперечного сечения:

для номинального тока, не превышающего 16 А — 2,5 мм²;

25 А — 4 мм²;

32 А — 6 мм²; 63 А —

16 мм²; 100 А — 35 мм².

5.11.13. Идентификационные цвета изоляции кабеля:

защитный проводник — двухцветный: желто-зеленый;

нулевой рабочий проводник — светло-голубой.

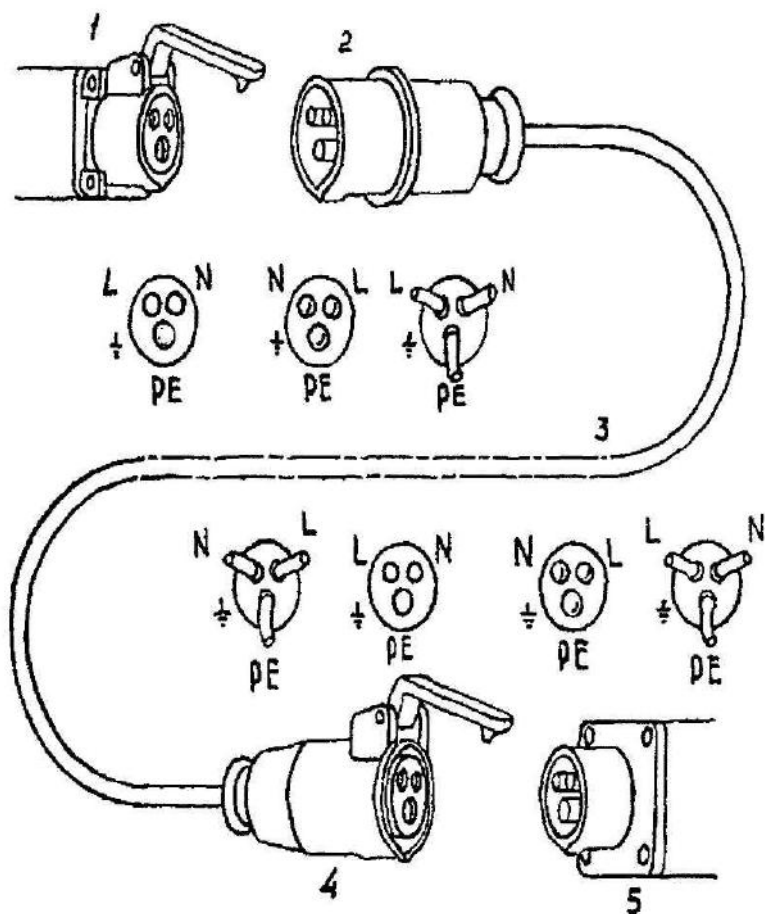


Рис. 5.11.1. Соединение между электроустановкой строительного автофургона и источником стоянки

1—штепсельная розетка источника; 2—штепсель кабеля; 3—гибкий трехжильный кабель; 4 — розеточный конец кабеля (соединитель); 5—штепсельный вход автофургона

*Б. Специальные требования для электроустановок
строительных фургонов, включая строительные
автофургоны*

Защита от поражения электрическим током

5.11.14. Защита от прямого прикосновения посредством барьеров не должна применяться.

5.11.15. Система электропроводки должна содержать защитный проводник, связанный с защитным контактом вводного устройства строительного фургона, который должен быть также соединен с открытыми проводящими частями электрооборудования и с заземленными контактами штепсельных розеток фургона.

5.11.16. Сторонние проводящие части строительного фургона должны быть присоединены к защитному проводнику установки более, чем в одной точке, если тип конструкции не обеспечивает электрической непрерывности. Номинальное сечение уравнивающих проводников, используемых для этой цели, должно быть не менее 4 мм².

Если фургон выполнен из изоляционного материала, эти требования не должны применяться к металлическим частям, которые не могут оказаться под напряжением в случае повреждения изоляции.

5.11.17. Защита при косвенном прикосновении посредством непроводящих помещений не должна применяться. Это обстоятельство исключает возможность использования оборудования класса 0.

Система электропроводок

5.11.18. Электропроводки могут быть собраны в одну или более независимые электрические системы. Каждая независимая система должна быть запитана от отдельного соединительного устройства.

Кабели и кабелепроводы

5.11.19. Следующие типы кабелей могут быть использованы:

- гибкие одножильные кабели в неметаллических кабелепроводах;
- многожильные кабели с не менее 7 жилами в кабелепроводах;

—обычные гибкие кабели с полихлоропреновой оболочкой. Гибкие полиэтиленовые кабелепроводы не должны применяться.

Поперечное сечение проводников

5.11.20. Площадь поперечного сечения проводников должна соответствовать нагрузке внутри строительного фургона и во всяком случае должна быть не менее 1,5 мм².

5.11.21. Одножильные защитные проводники должны быть изолированы.

Разделение кабелей

5.11.22. Кабели низкого напряжения должны быть проложены отдельно от кабелей сверхнизкого напряжения, чтобы не было риска физического контакта между двумя системами электропроводок.

Крепление кабелей

5.11.23. За исключением крепления в кабелепроводах, все кабели должны быть закреплены изоляционными зажимами с интервалами не более 0,4 м при вертикальной прокладке и — 0,25 м при горизонтальной прокладке.

5.11.24. Кабельные соединения и ответвления должны быть выполнены в специальных коробках, обеспечивающих механическую защиту. Если крышки этих коробок снимаются без применения инструмента, соединения должны быть изолированы.

5.16.23. Проводки не должны проходить внутри или через помещения, предназначенные для газовых баллонов.

5.16.24. Ввод строительного фургона должен быть установлен в доступном месте на высоте не более 1,8 м выше уровня земли.

Главный выключатель

5.11.27. Каждая внутренняя электроустановка должна быть снабжена главным выключателем, который отключает все токоведущие проводники (включая нулевой рабочий, если он есть). Главный выключатель должен быть расположен в легко доступном месте внутри строительного фургона.

Защита цепей от сверхтока

5.11.28. Каждая конечная цепь должна быть защищена от сверхтока посредством отдельного устройства защиты, которое разъединяет все токоведущие проводники. Этот пункт не распрос-

траняется на установки, которые содержат только одну конечную цепь с номинальным током, не превышающим 16 А.

Если имеется только одна конечная цепь, предусмотренное этим пунктом устройство защиты от сверхтока может также использоваться в качестве главного выключателя.

5.11.29. Оборудование такое как выключатели, ламповые патроны и проч. не должно содержать доступных металлических частей.

Штепсельные розетки

5.11.30. Низковольтные штепсельные розетки должны содержать зажим для присоединения защитного проводника. Это требование не распространяется на штепсельные розетки, питаемые от отдельного разделяющего трансформатора.

Когда штепсельные розетки сверхнизкого напряжения (СНН) используются в строительном фургоне, все штепсельные розетки низковольтных установок должны быть типа, который не позволяет входить в них вилок, предназначенным для штепсельных розеток СНН.

Воздействие погоды

5.11.31. В тех случаях, когда штепсельная розетка или другое оборудование расположены в местах, доступных воздействию влаги, они должны быть сконструированы или защищены оболочкой, обеспечивающей степень защиты не менее, чем IP55. Степень защиты — IP54 является недостаточной для оборудования, которое может подвергаться широкому спектру воздействий и, в частности, мытью посредством шланга.

Бытовые приборы

5.11.32. Каждый бытовой прибор, который постоянно присоединен к стационарной проводке, должен быть управляем посредством выключателя, установленного на приборе или вблизи прибора, за исключением тех случаев, когда выключатель смонтирован внутри самого прибора.

Светильники

5.11.33. Светильники должны предпочтительно устанавливаться непосредственно на конструкциях или облицовке строительного фургона.

ГЛАВА 6. ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЖИЛЫХ, ОБЩЕСТВЕННЫХ, АДМИНИСТРАТИВНЫХ И БЫТОВЫХ ЗДАНИЙ

Рекомендации настоящей главы распространяются на электроустановки жилых, общественных, административных и бытовых зданий, находящиеся на территории строительной площадки, и предназначенные для административной, управленческой и инженерной деятельности управленческого и инженерного персонала (офисы, конференц-залы, информационно-технологические помещения, технические кабинеты, гостиницы и т.п.), а также для проживания, питания, удовлетворения бытовых и культурных потребностей рабочих строительной площадки (общежития, столовые, душевые, помещения для собраний, комнаты отдыха и проч.).

6.1. Общие сведения

Определения

6.1.1. *Вводное устройство (ВУ)* — совокупность конструкций, аппаратов и приборов, устанавливаемых на вводе питающей линии в здание или в его обособленную часть.

Вводное устройство, включающее в себя также аппараты и приборы отходящих линий, называется вводно-распределительным (ВРУ).

6.1.2. *Главный распределительный щит (ГРЩ)* — распределительный щит, через который снабжается электроэнергией все здания или его обособленная часть. Роль ГРЩ может выполнять ВРУ или щит низкого напряжения подстанции.

6.1.3. *Распределительный пункт (РП)* — устройство, в котором установлены аппараты защиты и коммутационные аппараты

(или только аппараты защиты) для отдельных электроприемников или их групп (электродвигателей, групповых щитков).

6.1.4. *Групповой щиток* — устройство, в котором установлены аппараты защиты и коммутационные аппараты (или только аппараты защиты) для отдельных групп светильников, штепсельных розеток и стационарных электроприемников.

6.1.5. *Квартирный щиток* — групповой щиток, установленный в квартире и предназначенный для присоединения сети, питающей светильники, штепсельные розетки и стационарные электроприемники квартиры.

6.1.6. *Этажный распределительный щиток* — щиток, установленный на этажах жилых домов и предназначенный для питания квартир или квартирных щитков.

6.1.7. *Электрощитовое помещение* — помещение, доступное только для обслуживающего квалифицированного персонала, в котором устанавливаются ВУ, ВРУ, ГРЩ и другие распределительные устройства.

6.1.8. *Питающая сеть* — сеть от распределительного устройства подстанции или ответвления от воздушных линий электропередачи до ВУ, ВРУ, ГРЩ.

6.1.9. *Распределительная сеть* — сеть от ВУ, ВРУ, ГРЩ до распределительных пунктов и щитков.

6.1.10. *Групповая сеть* — сеть от щитков и распределительных пунктов до светильников, штепсельных розеток и других электроприемников.

Общие требования. Электроснабжение

6.1.11. Питание электроприемников должно выполняться от сети 380/220 В с системой заземления TN-S или TN-C-S.

6.1.12. В цепях РЕ и PEN проводников запрещается иметь коммутирующие контактные и бесконтактные элементы.

6.1.13. При размещении ВУ, ВРУ, ГРЩ, распределительных пунктов и групповых щитков вне электрощитовых помещений они должны устанавливаться в удобных и доступных для обслуживания местах, в шкафах со степенью защиты оболочки не ниже IP31.

Электропроводки и кабельные линии

6.1.14. В зданиях следует применять кабели и провода с медными жилами.

Питающие сети должны выполняться кабелями и проводами с медными жилами, если их расчетное сечение не превышает 16 мм^2 .

В жилых зданиях сечение медных проводников должны соответствовать расчетным значениям, но быть не менее указанных в таблице 6.1.1.

6.1.15. В жилых зданиях прокладка вертикальных участков распределительной сети внутри квартир не допускается.

Запрещается прокладка от этажного щитка в общей трубе, общем коробе или канале проводов и кабелей, питающих линии разных квартир.

6.1.16. Во всех зданиях линии групповой сети, прокладываемые от групповых, этажных и квартирных щитков до светильников общего освещения, штепсельных розеток и стационарных электроприемников, должны выполняться трехпроводными (фазный — L, нулевой рабочий — N и нулевой защитный — PE-проводники).

Не допускается объединение нулевых рабочих и нулевых защитных проводников различных групповых линий.

Нулевой рабочий и нулевой защитный проводники не допускается подключать на щитках под общий контактный зажим.

Сечения проводников должны отвечать требованиям п. 6.1.18.

6.1.17. Применение несменяемой замоноличенной прокладки проводов в панелях стен, перегородок и перекрытий, выполненной при их изготовлении на заводах стройиндустрии или выполняемой в монтажных стыках панелей при монтаже зданий, не допускается.

6.1.18. Однофазные двух- и трехпроводные линии, а также трехфазные пятипроводные линии при питании однофазных нагрузок, должны иметь сечение нулевых рабочих проводников (N-проводников), равное сечению фазных проводников.

Трехфазные пятипроводные линии при питании трехфазных симметричных нагрузок должны иметь сечение нулевых рабочих проводников (N-проводников), равное сечению фазных проводников, если фазные проводники имеют сечение до 16 мм^2 по меди и 25 мм^2 по алюминию, а при больших сечениях — не менее 50% сечения фазных проводников.

Трехфазные четырехпроводные линии при питании трехфазных нагрузок должны иметь сечение PEN-проводников равным фазному при сечении фазных проводников менее или равному 16 мм^2 для

медных и 25 мм² для алюминиевых проводников, но не менее 10 мм² для медных и 16 мм² для алюминиевых проводников независимо от сечения фазных проводников, и не менее 50% сечения фазных проводников при больших сечениях, но не менее 16 мм² для медных и 25 мм² для алюминиевых проводников.

Таблица 61.1.

*Наименьшие допустимые сечения кабелей и проводов
электрических сетей в зданиях*

Наименование линий	Наименьшее сечение кабелей и проводов с медными жилами, мм ²	Система питания
Линии групповых сетей однофазные трехпроводные (TN-S) трехфазные пятипроводные (TN-S)	1,5x3 1,5x5	TN-S
Линии от этажных до квартирных щитков и к расчетному счетчику однофазные трехпроводные трехфазные пятипроводные	2,5x3 2,5x5	
Линии распределительной сети (стояки) трехфазные пятипроводные трехфазные четырехпроводные	4x5 4x3+10x1	TN-S TN-C

В однофазных трехпроводных линиях, а также в трехфазных пятипроводных линиях сечение РЕ-проводников должно равняться сечению фазных при сечении последних до 16 мм² по меди, — 16 мм² при сечении фазных проводников от 16 до 35 мм² по меди и — 50% сечения фазных проводников при больших сечениях.

Внутреннее электрооборудование

6.1.19. В зданиях при трехпроводной сети (см. п. 6.1.16.) должны устанавливаться штепсельные розетки на ток не менее 16 А с защитным контактом.

Штепсельные розетки, устанавливаемые в квартирах, жилых комнатах общежитий, а также в помещениях для пребывания детей в детских учреждениях (садах, яслях, школах и т.п.), должны иметь защитное устройство, автоматически закрывающее гнезда штепсельной розетки при вынутой вилке.

Защитные меры безопасности

6.1.20. Заземление и защитные меры безопасности электроустановок зданий должны выполняться в соответствии с требованиями раздела 4.1. и дополнительными требованиями, приведенными в данном разделе.

6.1.21. Во всех помещениях необходимо присоединять открытые проводящие части светильников общего освещения и стационарных электроприемников (электрических плит, кипятильников, бытовых кондиционеров, электрополотенец и т.п.) к нулевому защитному проводнику.

6.1.22. В помещениях зданий металлические корпуса однофазных переносных электроприборов и настольных средств оргтехники класса I по ГОСТ 12.2.007.0-75 «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности» должны присоединяться к нулевому защитному проводнику трехпроводной групповой линии (см. п. 6.1.16.).

К нулевому защитному проводнику должны присоединяться металлические каркасы перегородок, дверей и рам, используемых для прокладки кабелей.

6.1.23. Применение подвесных светильников, не оснащенных зажимами для присоединения к нулевому защитному проводнику не допускается.

6.1.24. В групповой сети, питающей штепсельные розетки для переносных электрических приборов должна быть обеспечена дополнительная защита при случайном непреднамеренном прикоснове-

нии к опасным токоведущим частям посредством устройства защитного отключения (УЗО-Д) с номинальным отключающим дифференциальным током (током уставки) не более 30 мА. В качестве УЗО-Д могут быть применены как УЗО-Д, не имеющие источника питания, зависимо от напряжения защищаемой сети («независимые» УЗО-Д), так и УЗО-Д, имеющие такой источник («зависимые» УЗО-Д), в равной мере успешно обеспечивающие надлежащую защиту при случайном непреднамеренном прямом прикосновении.

6.1.25. В сетях с номинальным напряжением 220 В защита при косвенном прикосновении должна быть обеспечена посредством автоматического отключения за время не более 0,4 с. В качестве автоматического выключателя может быть применен дифференциальный автоматический выключатель с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 мА.

В качестве дифференциальных автоматических выключателей должны быть использованы дифференциальные выключатели, не имеющие источника питания, зависимо от напряжения защищаемой сети («независимые» дифференциальные выключатели).

6.1.26. При установке УЗО последовательно должны выполняться требования селективности. При двух- и многоступенчатой схемах УЗО, расположенное ближе к источнику питания, должно иметь уставку и время срабатывания не менее чем в 3 раза большие, чем у УЗО, расположенного ближе к потребителю.

6.1.27. В зоне действия УЗО нулевой рабочий проводник не должен иметь соединений с заземленными элементами и с нулевым защитным проводником.

6.1.28. Во всех случаях применения УЗО должно обеспечивать надежную коммутацию цепей нагрузки с учетом возможных перегрузок.

6.1.29. Рекомендуется использовать УЗО, представляющее собой единый аппарат с автоматическим выключателем, обеспечивающим защиту от сверхтока.

Не допускается использовать УЗО в групповых линиях, не име-

ющих защиты от сверхтока, без дополнительного аппарата, обеспечивающего эту защиту.

При использовании УЗО, не имеющих защиты от сверхтока, необходима их расчетная проверка в режимах сверхтока с учетом защитных характеристик вышестоящего аппарата, обеспечивающего защиту от сверхтока.

6.1.30. В жилых зданиях не допускается применять УЗО, автоматически отключающие потребителя от сети при исчезновении или недопустимом падении напряжения сети.

6.1.31. В зданиях должны применяться УЗО типа «А», реагирующие как на переменные, так и на пульсирующие токи повреждений.

Источником пульсирующего тока являются, например, стиральные машины с регуляторами скорости, регулируемые источники света, телевизоры, видеомагнитофоны, персональные компьютеры и др.

6.1.32. В групповых сетях, питающих штепсельные розетки, следует применять УЗО с номинальным током срабатывания не более 30 мА.

Допускается присоединение к одному УЗО нескольких групповых линий через отдельные автоматические выключатели.

6.1.33. В жилых зданиях УЗО рекомендуется устанавливать на квартирных щитках.

6.1.34. Установка УЗО запрещается для электроприемников, отключение которых может привести к ситуациям, опасным для потребителей (отключение пожарной сигнализации и т.п.)

6.1.35. Обязательной является установка УЗО с номинальным током срабатывания не более 30 мА для групповых линий, питающих розеточные сети, находящиеся вне помещений и в помещениях особо опасных и с повышенной опасностью, например в зоне 3 ванных и душевых помещений квартир и номеров гостиниц.

5.2.33. Суммарный ток утечки сети с учетом присоединяемых стационарных и переносных электроприемников в нормальном режиме работы не должен превосходить $1/3$ номинального тока УЗО.

150

При отсутствии данных ток утечки электроприемников следует принимать из расчета 0,4 мА на 1 А тока нагрузки, а ток утечки сети — из расчета 10 мкА на 1 м длины фазного проводника.

6.1.37. Для повышения уровня защиты от возгорания при замыканиях на заземленные части, когда величина тока недостаточна для срабатывания максимальной токовой защиты, на вводе в квартиру, индивидуальный дом и т.п. рекомендуется установка УЗО с током срабатывания до 300 мА.

6.1.38. Для жилых зданий при выполнении требований п. 6.1.36. функции УЗО по пп. 6.1.32. и 6.1.39. могут выполняться одним аппаратом с током срабатывания не более 30 мА.

6.1.39. Если УЗО предназначено для защиты от поражения электрическим током и возгорания или только для защиты от возгорания, то оно должно отключать как фазный, так и нулевой рабочие проводники.

6.1.40. На вводе в здание должна быть выполнена система уравнивания потенциалов путем объединения следующих проводящих частей:

- магистральный нулевой защитный проводник;
- магистральный заземляющий проводник или главный заземляющий зажим;
- стальные трубы коммуникаций зданий и между зданиями;
- металлические части строительных конструкций, молниезащиты, системы центрального отопления, вентиляции и кондиционирования. Такие проводящие части должны быть соединены между собой на вводе в здание.

Рекомендуется по ходу передачи электроэнергии повторно выполнять дополнительные системы уравнивания потенциалов.

6.1.41. К дополнительной системе уравнивания потенциалов должны быть подключены все доступные прикосновению открытые проводящие части стационарных электроустановок, сторонние проводящие части и нулевые защитные проводники всего электрооборудования (в том числе штепсельных розеток).

6.2. Помещения, содержащие ванну или душ

Настоящий раздел содержит специальные требования к электроустановкам ванных и душевых помещений и окружающих их зон с целью обеспечения защиты людей от поражения электрическим током.

Электроустановки ванных и душевых помещений и окружающих их зон должны соответствовать требованиям раздела 6.1 с учетом требований настоящего раздела, которые дополняют эти требования.

Общие характеристики

Классификация зон.

6.2.1. Требования настоящего стандарта для обеспечения безопасности и выбора электрооборудования основываются на следующих размерах зон для ванных и душевых помещений (см. рис. 6.2, А и рис. 6.2, В).

Зона 0 представляет собой внутреннее пространство ванны или душевого поддона.

Зона 1 ограничивается:

- внешней вертикальной плоскостью ванны или душевого поддона или вертикальной плоскостью на расстоянии 0,60 м от душевого разбрызгивателя — для душа без поддона;
- полом и горизонтальной плоскостью на расстоянии 2,25 м над полом.

Зона 2 ограничивается:

- внешней вертикальной плоскостью зоны 1 и параллельной ей вертикальной плоскостью на расстоянии 0,60 м;
- полом и горизонтальной плоскостью на расстоянии 2,25 м над полом.

Зона 3 ограничивается:

- внешней вертикальной плоскостью зоны 2 и параллельной ей вертикальной плоскостью на расстоянии 2,40 м;
- полом и горизонтальной плоскостью над полом на расстоянии 2,25 м.

Размеры измеряются с учетом стен и стационарных перегородок (рисунки 6.2, А и 6.2, В).

Требования по обеспечению безопасности

Защита от поражения электрическим током.

6.2.2. При применении в качестве защитной меры системы БСНН защиту от прямого прикосновения, независимо от номинального напряжения, следует выполнять:

— ограждениями* или оболочками, обеспечивающими, по крайней мере, степень защиты не ниже IP2X, или

— изоляцией, способной выдерживать испытательное напряжение переменного тока 500 В (действующее значение) в течение 1 мин.

Уравнивание потенциалов

6.2.3. Дополнительное уравнивание потенциалов должно предусматривать соединение сторонних проводящих частей в зонах 1—3 с защитными проводниками всех открытых проводящих частей, находящихся в этих зонах.

Применение защитных мер от поражения электрическим током.

6.2.4. В зоне 0 допускается защита только с применением системы БСНН или ЗСНН при номинальном напряжении, не превышающем 12 В, причем источник питания системы БСНН или ЗСНН должен размещаться за пределами зоны 0.

Не допускаются меры защиты от прямого прикосновения посредством барьеров и размещения вне зоны досягаемости.

Не допускаются меры защиты при косвенном прикосновении посредством размещения электрооборудования в непроводящих помещениях и применения системы местного уравнивания потенциалов без заземления.

* В ГОСТ Р 50571.11 -96 ошибочно указаны барьеры.

Выбор и монтаж электрооборудования

Общие правила

6.2.5. Электрооборудование должно иметь по меньшей мере следующие степени защиты:

в зоне 0 — IPX7;

в зоне 1 — IPX5;

в зоне 2 — IPX4 (IPX5 — в ваннах общего пользования);

в зоне 3 — IPX1 (IPX5 — в ваннах общего пользования).

Электропроводка

6.2.6. Требования применяют к открытой электропроводке и к скрытой электропроводке (глубина не более 5 см).

Электропроводка должна иметь изоляцию, удовлетворяющую требованиям 6.2.2. без какой-либо металлической оболочки.

Примечание. Такая электропроводка может состоять, например, из одножильных кабелей в изолирующей оболочке или многожильных кабелей с изолирующей оболочкой.

В зонах 0, 1 и 2 должны находиться только те электропроводки, которые необходимы для подачи питания устройствам в этих зонах.

Установка соединительных коробок в зонах 0, 1 и 2 не допускается.

6.2.7. Устройства защиты и управления:

а) в зонах 0, 1 и 2 установка устройств защиты и управления не допускается.

Примечание. В зонах 1 и 2 допускается установка изоляционных шнуров выключателей с приводом от шнура.

В зоне 3 установка штепсельных розеток допускается только тогда, когда:

— они имеют индивидуальное питание от разделяющего трансформатора в соответствии с требованиями главы 1, или

— они питаются от системы БСНН, или

— они защищены устройством дифференциальной защиты с током уставки / не более 30 мА;

б) выключатели и штепсельные розетки должны устанавливаться на расстоянии не менее 0,6 м от дверного проема душевой кабины заводского изготовления (см. рис. 6.2.С).

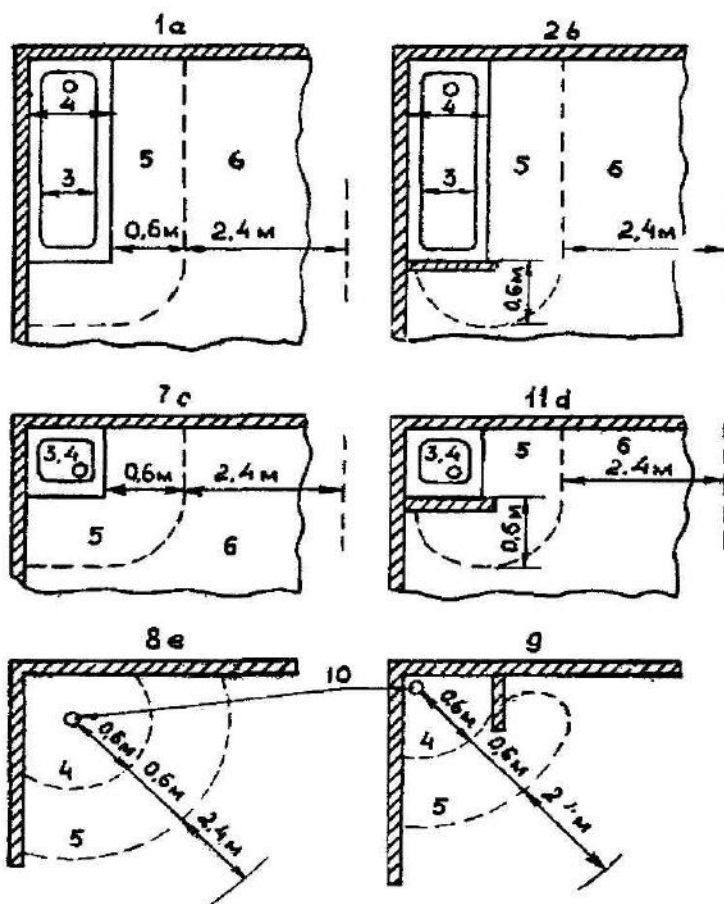


Рис. 6.2.А. Размеры зон (план)

1-а—ванна; 2-б—ванна со стационарной перегородкой; 3—зона 0; 4—зона 1; 5 — зона 2; 6 — зона 3; 7-с — душ с поддоном; 8-е — душ без поддона; 9-ф—душ без поддона, но со стационарной перегородкой; 10—разбрызгиватель душа; 11-д — душевой поддон со стационарной перегородкой

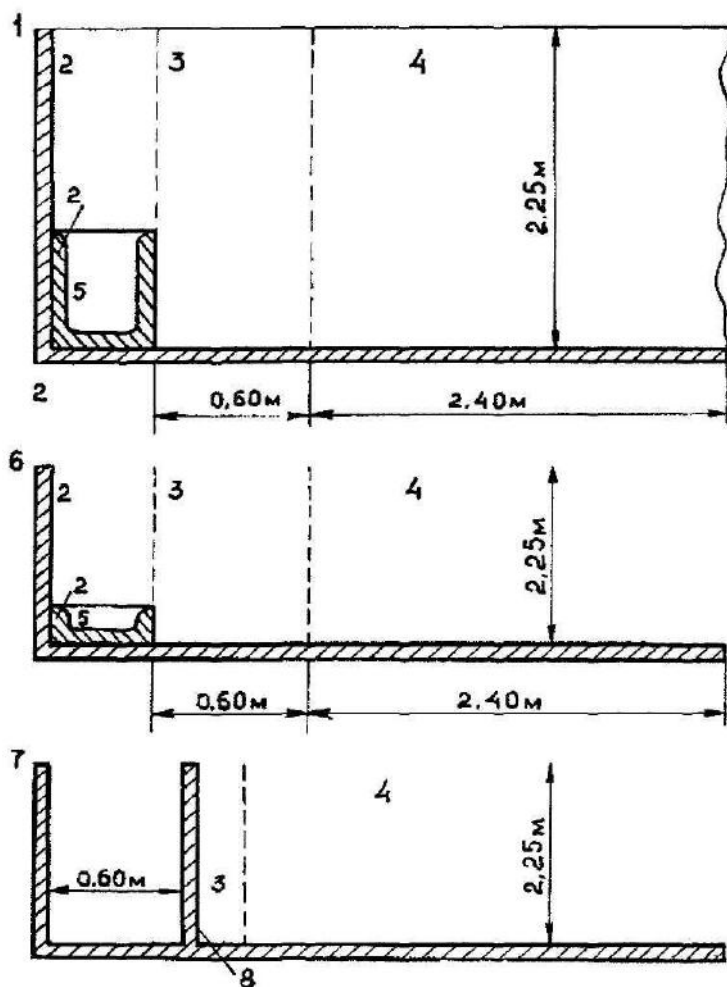


Рис 6.2. В. Размеры зон (вертикальный разрез)

1 — ванна; 2 — зона 1; 3 — зона 2; 4 — зона 3; 5 — зона 0; 6 — А) душ с тазом; 7 — и) душ без таза, но со стационарной перегородкой; 8 — капитальная стена - перегородка.

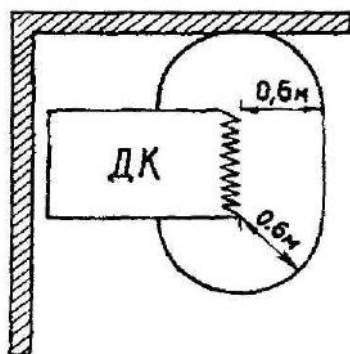


Рис. 6.2.С. Расположение душевой кабины (ДК),
изготовленной заводским способом

6.2.8. Прочее стационарное оборудование

Настоящие требования распространяются на установки, питающиеся от системы БСНН.

В зоне 0 допускается применять только приборы, специально предназначенные для использования в ванне.

В зоне 1 допускается устанавливать только электрические водонагреватели.

В зоне 2 допускается устанавливать только водонагреватели и светильники класса П.

6.2.9. Нагревательные элементы, замоноличенные в полу и предназначенные для обогрева помещения, допускается устанавливать во всех зонах при условии, что они закрыты металлической сеткой или металлическим кожухом, присоединенным к системе уравнивания потенциалов.

6.3. Помещения, содержащие нагреватели для саун

Настоящий раздел содержит специальные требования к электроустановкам помещений, содержащих нагреватели для саун, с целью обеспечения защиты людей от поражения электрическим током.

Электроустановки помещений, содержащие нагреватели для саун, должны соответствовать общим требованиям раздела главы 4, с учетом требований настоящего раздела, которые дополняют общие требования.

Требования по обеспечению безопасности

6.3.1. Защита от поражения электрическим током с учетом следующих требований.

При применении в качестве защитной меры системы БСНН защиту от прямого прикосновения независимо от номинального напряжения, следует выполнять:

- при помощи установки ограждений* или оболочек, имеющих степень защиты не менее IP2X;

- при помощи изоляции токоведущих частей, выдерживающей испытательное напряжение 500 В переменного тока (действующее значение) в течение 1 мин.

6.3.2. Применение мер защиты от поражения электрическим током выполняется с учетом следующих требований.

Меры защиты от прямого прикосновения, выполняемые путем установки барьеров или путем размещения токоведущих частей вне зоны досягаемости, не допускаются.

Меры защиты при косвенном прикосновении посредством использования непроводящих помещений и посредством устройства систем местного уравнивания потенциалов, не соединенных с землей, не допускаются.

Выбор и монтаж электрооборудования

6.3.3. Электрооборудование должно иметь степень защиты не ниже IP24.

6.3.4. Регламентируются зоны размещения электрооборудования и требования к электрооборудованию (рис. 6.3 Л):

- зона 1, в которой допускается размещать только электронагреватели для саун;

- зона 2, для которой требования по теплостойкости к электрооборудованию не устанавливаются;

* В ГОСТ 50571.12 - 96 ошибочно указаны *барьеры*.

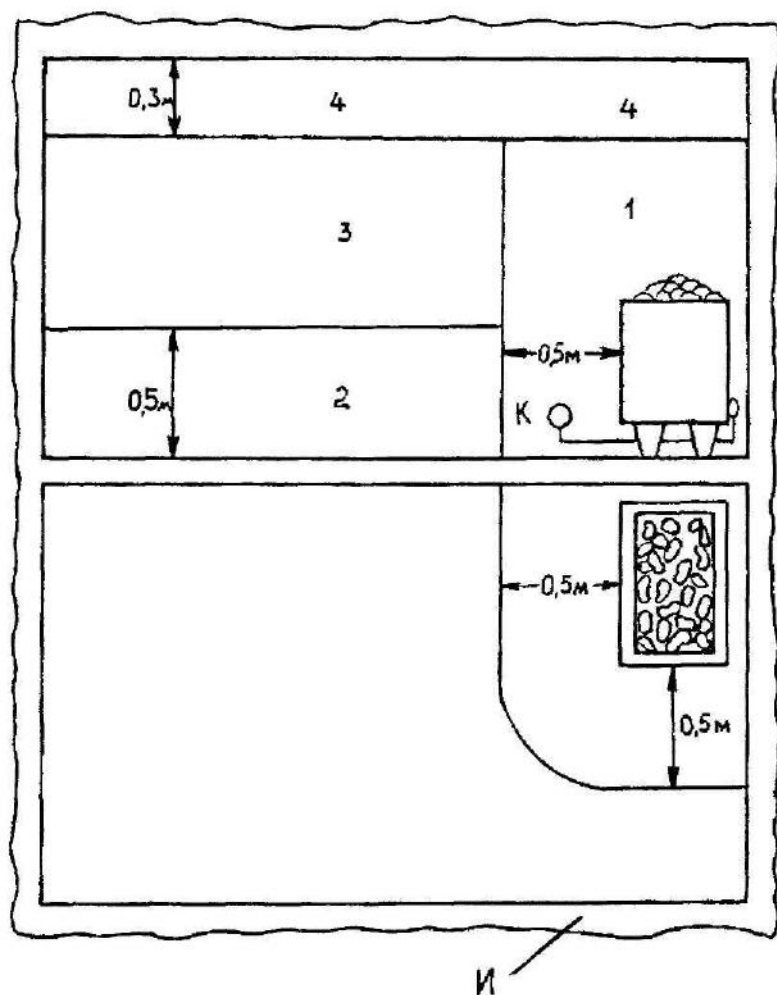


Рис. 6.3.1. Температурные зоны И—теплоизоляция; К—соединительная коробка

— зона 3, в которой электрооборудование должно выдерживать температуру не менее 125° С, а изоляция проводов и кабелей — не менее 170°С;

— зона 4, в которой должны устанавливаться только устройства управления электронагревателями (термостаты и ограничители температуры) и электропроводка к ним. Электропроводка должна выдерживать температуру не менее 170°С.

Электропроводки

6.3.5. Электропроводки должны иметь изоляцию, отвечающую требованиям, и не иметь металлических оболочек и металлических кабелепроводов.

Распределительные устройства и устройства управления

6.3.6. Аппаратура, не встроенная в электронагреватели, должна быть размещена вне сауны.

Запрещается устанавливать в саунах штепсельные розетки.

Сауна должна быть оборудована ограничителем температуры, который должен отключать электронагреватель от сети, если температура в зоне 4 превышает 140°С.

6.4. Общее заземляющее устройство здания

6.4.1. Металлические корпуса и конструкции информационно - технологического оборудования (электроакустические и кинотехнологические устройства, системы связи и сигнализации, телевидение и т.п.) должны присоединяться к общему заземляющему устройству здания.

Рабочее (функциональное) заземление может быть обеспечено посредством защитного проводника питающей цепи информационно-технологического оборудования. В этом случае роль рабочего (функционального) заземляющего проводника и защитного проводника выполняет совмещенный проводник, соединенный с главным заземляющим зажимом здания или с главной заземляющей шиной здания.

6.4.2. Главная заземляющая шина здания должна быть выполнена в виде замкнутого контура, проложенного по периметру здания. Площадь поперечного сечения главной заземляющей шины здания должна быть не менее 25 мм² по меди.

К главному заземляющему зажиму или к главной заземляющей

шине должны быть присоединены заземляющие проводники, защитные проводники, проводники главной системы уравнивания потенциалов, проводники рабочего (функционального) заземления, стальные трубы коммуникаций здания, металлические части строительных конструкций, в том числе стальная арматура железобетонных строительных конструкций, система центрального отопления и системы вентиляции и кондиционирования воздуха, кроме того:

- проводящие экраны, металлические оболочки и стальная броня кабелей связи и оборудования связи;
- заземляющие проводники устройств защиты от перенапряжений;
- заземляющие проводники антенн радиосвязи;
- заземляющие проводники систем питания постоянного тока информационно-технологического оборудования;
- проводники системы молниезащиты;
- проводники вспомогательных систем уравнивания потенциалов.

6.4.3. Главная заземляющая шина должна быть проложена открыто или в кабелепроводе (плинтусе, коробе, лотке и т.п.), обеспечивающем доступность по всей длине. Голые проводники заземляющей шины должны быть изолированы от поддерживающих устройств, а в местах прохода через стены должны быть защищены от коррозии.

6.4.4. Главный заземляющий зажим заземляющей шины должен быть присоединен к заземлителю заземляющим проводником, удовлетворяющим требованиям гл. 7. Площадь поперечного сечения заземляющего проводника должна быть не менее 10 мм^2 по меди.

6.4.5. Для снижения высокочастотного электромагнитного влияния в заземляющий проводник могут включаться специальные фильтр-пробки. Эти устройства не должны заметно увеличивать сопротивление заземляющего проводника при повышенной частоте.

6.4.6. Для исключения возможности прохождения рабочего тока PEN-проводника через сигнальные цепи, в зданиях, имеющих информационно-технологические установки, должна быть применена система питания TN-S.

6.5. Лифты

6.5.1. Металлические направляющие кабины и противовеса, а также корпуса лебедок, металлические оболочки кабелей и проводов, металлические рукава и трубы электропроводок, а также металлические конструкции, на которых установлено электрооборудование, металлические конструкции ограждения шахты и другие электропроводящие конструкции и элементы лифтов (подъемников) должны иметь надежное электрическое соединение с сетью зануления.

6.5.2. Для зануления электрооборудования шахты лифта нулевые защитные проводники необходимо присоединить к стоякам дверей шахты, соединенным между собой полосой заземления. Стояк двери шахты верхней остановки следует соединить с нулевым защитным проводником машинного помещения.

В качестве дополнительного РЕ-проводника в шахте рекомендуется использовать стояки трубопровода электропроводки, соединенные между собой уравнивающими проводниками.

6.5.3. Электрооборудование машинного помещения лифтовых установок, подлежащее занулению, необходимо присоединить к магистрали зануления при помощи параллельных ответвлений. Ответвления представляют собой стальную полосу того же сечения, что и магистраль зануления, один конец которой приварен к магистрали, а другой — к зануляемой конструкции. Ответвления присоединяются к аппаратам при помощи болтового соединения.

6.5.4. Зануление электрооборудования, установленного на кабине, а также на элементах лифтов, подверженных ударам и вибрациям, должно быть выполнено гибкими проводниками.

6.5.5. Для зануления кабины лифта, имеющей электрооборудование, следует использовать одну из жил подвесного кабеля или один из проводов токопровода, присоединенной к металлической части кабины при помощи болтового соединения. Рекомендуется использовать в качестве дополнительного РЕ-проводника экранующие оболочки и несущие тросы кабелей токопроводов, а также стальные канаты кабины.

6.5.6. Металлические направляющие кабины и противовеса должны быть присоединены к сети зануления в верхней и нижней час-

ти. При этом соединение стыков направляющих должно обеспечивать непрерывность электрической цепи.

Использование металлических направляющих кабины и противовеса лифтов (подъемников) в качестве магистралей зануления запрещается.

6.5.7. Магистраль зануления лифтов группового управления должны быть электрически соединены между собой уравнивающими проводниками.

ГЛАВА 7. ЗАЗЕМЛЯЮЩИЕ И НУЛЕВЫЕ ЗАЩИТНЫЕ ПРОВОДНИКИ (РЕ- И PEN-ПРОВОДНИКИ)

А. Защитные проводники

Специальные проводники

7.1. В качестве защитных проводников (РЕ-проводников и PEN-проводников) должны быть в первую очередь использованы специально предусмотренные для этой цели проводники, в том числе жилы и алюминиевая оболочка кабелей; изолированные провода в общей оболочке с фазными проводами; стационарно проложенные неизолированные или изолированные проводники.

Использование проводящих частей в качестве РЕ- и PEN- проводников

В качестве РЕ-проводников и PEN-проводников могут быть использованы сторонние проводящие части (СПЧ) и открытые проводящие части (ОПЧ), например:

- 1) металлические конструкции производственных зданий и сооружений (фермы, колонны и т. п.);
- 2) арматура железобетонных строительных конструкций и фундаментов производственных зданий;
- 3) металлические конструкции производственного назначения (подкрановые рельсы и т. п.);
- 4) алюминиевые оболочки кабелей;
- 5) стальные трубы электропроводок;
- 6) металлические кожухи и опорные конструкции шинопроводов, металлические короба и лотки электропроводок;
- 7) металлические стационарные открыто проложенные трубопроводы всех назначений, *кроме трубопроводов горючих и*

взрывоопасных веществ и смесей, канализации и центрального отопления.

*Использование проводящих частей в
качестве единственных РЕ-проводников*

7.2. Приведенные в пп. 1-7 проводники, конструкции и другие элементы могут служить единственными РЕ-проводниками, если они по проводимости удовлетворяют требованиям настоящей главы и если обеспечена непрерывность электрической цепи на всем протяжении использования.

7.3. Защитные проводники должны быть защищены от коррозии.

*Использование сторонних проводящих частей и открытых
проводящих частей в качестве PEN-проводников*

7.4. Сторонние проводящие части (СПЧ) и открытые проводящие части могут использоваться в качестве защитных проводников (РЕ- и PEN-проводников), если они одновременно отвечают следующим требованиям:

а) электрическая непрерывность цепи обеспечивается либо их конструкцией, либо соответствующими соединениями, защищающими ее от механических, химических и электрохимических повреждений;

б) их демонтаж невозможен, если не предусмотрены меры по сохранению непрерывности цепи и ее проводимости;

в) они сконструированы или, при необходимости, приспособлены для этой цели.

7.5. Допускается использование металлических труб водопровода при наличии разрешения организации, ответственной за эксплуатацию водопровода. Использование труб системы газоснабжения в качестве защитных проводников запрещается.

7.6. Использование СПЧ или ОПЧ в качестве единственного PEN-проводника запрещается.

7.7. Использование металлических оболочек трубчатых проводов, несущих тросов при тросовой электропроводке, металлических оболочек изоляционных трубок, металлорукавов, а также бро-

ни и свинцовых оболочек проводов и кабелей, в качестве защитных проводников (РЕ- и PEN- проводников) запрещается.

В помещениях и в наружных установках, в которых требуется применение заземления или зануления, эти элементы должны быть заземлены или занулены и иметь надежные соединения на всем протяжении. Металлические соединительные муфты и коробки должны быть присоединены к броне и к металлическим оболочкам пайкой.

Доступность для осмотра

7.8. Магистраль заземления или зануления и ответвления от них в закрытых помещениях и в наружных установках должны быть доступны для осмотра и иметь сечения не менее приведенных в табл. 7.1.

7.9. Требование о доступности для осмотра не распространяется на нулевые жилы и оболочки кабелей, на арматуру железобетонных конструкций, а также на защитные проводники, проложенные в трубах и в коробах, а также непосредственно в теле строительных конструкций (замоноличенные).

Ответвления от магистралей к электроприемникам до 1 кВ допускается прокладывать скрыто непосредственно в стене, под чистым полом и т. п. с защитой их от воздействия агрессивных сред. Такие ответвления не должны иметь соединений.

В наружных установках защитные проводники допускается прокладывать в земле, в полу или по краю площадок, фундаментов технологических установок и т. п.

Использование неизолированных алюминиевых проводников для прокладки в земле в качестве защитных проводников не допускается.

Наименьшие размеры заземляющих проводников

7.10. Заземляющие проводники должны удовлетворять всем требованиям настоящей главы, предъявляемым к защитным проводникам, и, если они проложены в земле, их наименьшие размеры должны соответствовать значениям, указанным в табл. 7.1а.

Таблица 7.1а.

Наименьшие размеры заземляющих проводников, проложенных в земле

Защищённые от коррозии	Имеющие механическую защиту	Согласно требованиям настоящей главы
	Не имеющие механической защиты	16 мм ² по меди 16 мм ² по стали
Не защищённые от коррозии и не имеющие механической защиты	Круглое сечение	25 мм ² по меди 78,5 мм ² по стали (диаметр 10 мм)
	Угловая сталь: толщина полки, мм	4
	Полосовая сталь: сечение, мм ²	48
	толщина, мм	4
	Водогазопроводные трубы (стальные): толщина стенки, мм	3,5

Наименьшие размеры заземляющих и уравнивающих проводников для производственных помещений даны в табл. 7.1 б.

Площадь поперечного сечения защитных проводников

7.11. Площадь поперечного сечения защитного проводника «У, мм², должна быть не меньше значения, определяемого следующей формулой (применяется только для времени отключения не более 5 с)

$$S \geq \frac{I\sqrt{t}}{k}, \quad (7.1)$$

где I - действующее значение тока короткого замыкания, протекающего через устройство защиты при пренебрежимо малом переходном сопротивлении, А;

t - выдержка времени отключающего устройства, с.

Примечание. Следует учитывать ограничение тока сопротивлением цепи и ограничивающую способность (интеграл Джоуля) устройства защиты;

Таблица 7.1.6.

Заземляющие и уравнивающие стальные проводники наименьшего сечения по коррозионной стойкости, рекомендуемые для производственных помещений

Вид заземляющего и уравнивающего проводника	Характеристика среды	Рекомендуемые стальные проводники
Магистральи заземления и уравнивания	Нормальная	Стальная полоса 40х3, 30х4 мм
	Влажная	Стальная полоса 40х4 мм
	Сырая или химически активная ¹	Сталь круглая Ø 14 мм
Ответвления от магистралей заземления и уравнивания	Нормальная	Стальная полоса 20х3 мм
	Влажная	Стальная полоса 25х3 мм
	Сырая или химически активная ¹	Сталь круглая Ø 10 мм

¹ Рекомендуются соответствующие среде защитные покрытия.

k - коэффициент, значение которого зависит от материала защитного проводника, его изоляции и начальной и конечной температур, $A \cdot c^{1/2} / \text{мм}^2$

Коэффициент k определяется выражением:

$$k = \sqrt{\frac{(B + 20) Q_c}{\rho_{20}} \ln \left(1 + \frac{\vartheta_f - \vartheta_i}{B + \vartheta_i} \right)},$$

где: Q — объёмная теплоёмкость материала проводника, Дж/°С.мм³;

B — величина, обратная температурному коэффициенту сопротивления проводника при 0°С; °С;

ρ_{20} — удельное электрическое сопротивление материала проводника при 20°С, Ом·мм;

θ_i — начальная температура проводника, °C;

θ_f — конечная температура проводника, °C.

Материал	$B, ^\circ\text{C}$	$Q, \text{Дж}^\circ\text{C}^{-1}\text{мм}^3$	$\rho_{20}, \text{Ом}\cdot\text{м}$	$\sqrt{\frac{(B+20)Q}{\rho_{20}}}$
Медь	234,5	$3,45 \times 10^{-3}$	$17,241 \times 10^{-6}$	226
Алюминий	228	$2,5 \times 10^{-3}$	$28,264 \times 10^{-6}$	148
Свинец	230	$1,45 \times 10^{-3}$	214×10^{-6}	42
Сталь	202	$3,8 \times 10^{-3}$	132×10^{-6}	78

Значение k для защитных проводников в различных условиях указаны в таблицах 7.2.-7.5.

Значения коэффициента k для стальных сторонних проводящих частей (СПЧ) и открытых проводящих частей (ОПЧ), используемых в качестве РЕ- и PEN-проводников, а также для специально прокладываемых стальных проводников, даны в табл. 7.7.

Если в результате применения формулы (7.1.) получается нестандартное сечение, следует использовать проводники ближайшего большего стандартного сечения. *Примечания:*

1. Необходимо, чтобы сечение, рассчитанное таким образом, соответствовало условиям, определяемым сопротивлением цепи «фаза—нуль».

2. Значение максимальной температуры для электроустановок во взрывоопасных зонах устанавливают по ГОСТ 22782.0.

3. Следует учитывать максимально допустимые температуры зажимов.

В случаях, не охваченных табл. 7.2.-7.5, максимальная температура нагрева защитных проводников при к.з. должна быть не выше следующих предельно допустимых значений, °C:

Шины:

медные 300

алюминиевые 200

стальные, не имеющие непосредственного соединения с аппаратами

стальные с непосредственным присоединением к аппаратам 300

Кабели с бумажной пропитанной изоляцией на напряжение, кВ:

до 10 200

20-200 125

Таблица 7.2.

Значения коэффициента k для изолированных защитных проводников, не входящих в кабель, и для неизолированных проводников, касающихся оболочки кабелей

Параметр	Тип изоляции защитных проводников и кабелей		
	Полвинилхлорид (ПВХ)	Шитый полиэтилен, этиленпропиленовая резина	Бутиловая резина
Конечная температура, °C	160	250	220
Коэффициент k для проводника			
– медного	143	176	166
– алюминиевого	95	116	110
– стального	52	64	60
Примечание – Начальная температура проводника принята равной 30°C			

Таблица 7.3.

Значение коэффициента k для защитного проводника, входящего в многожильный кабель

Параметр	Материал изоляции		
	Полвинилхлорид (ПВХ)	Шитый полиэтилен, этиленпропиленовая резина	Бутиловая резина
Начальная температура, °C	70	90	85
Конечная температура, °C	160	250	220
Коэффициент k для проводника			
– медного	115	143	134
– алюминиевого	76	94	89

Кабели и изолированные провода с медными и алюминиевыми жилами и изоляцией:
по ливинилхлоридной и резиновой 150
полиэтиленовой 120

Медные неизолированные провода при тяжении, Н/мм²:

менее 20 250
20 и более 200

Алюминиевые неизолированные провода при тяжении, Н/мм²:

менее 10 200
10 и более 160

Алюминиевая часть сталеалюминевых проводов 200

Таблица 7.4.

Значение коэффициента k при использовании в качестве защитного проводника оболочки или брони кабеля

Параметр	Материал изоляции		
	Поливинилхлорид (ПВХ)	Шитый полиэтилен, этилентпропиленовая резина	Бутиловая резина
Начальная температура, °C	60	80	75
Конечная температура, °C	160	250	220
Коэффициент k^* для проводника:			
– алюминиевого	81	98	93
– свинцового	22	27	26
– стального	44	54	51
*Значения коэффициента k для проводников, изготовленных из алюминия, свинца или стали, которые в МЭК 364-5-54-80 не указаны.			

Таблица 7.5.

Значение коэффициента k для неизолированных проводников для условий, когда указанные температуры не создают опасности повреждения близлежащих материалов

Материал проводника	Условия	Проводники		
		проложенные открыто и в специально отведенных местах	эксплуатируемые в	
			нормальной среде	пожароопасной среде
Медь	Максимальная температура, °C	500*	200	150
	k	228	159	138
Алюминий	Максимальная температура, °C	300*	200	150
	k	125	105	91
Сталь	Максимальная температура, °C	500*	200	150
	k	82	58	50
*Указанные температуры допускаются только при условии, что они не ухудшают качество соединений.				
Примечание – Начальная температура проводника принята равной 30°C				

7.12. Сечение защитных проводников (по меди) должно быть не менее значений, приведённых в таблице 7.6. (см. 7.13. — 7.17.). В этом случае не требуется проверять сечение на соответствие не равенству (7.1).

7.13. Если при расчёте получают значение сечения, отличное от приведённого в таблице, следует выбирать из таблицы ближайшее большее значение.

Таблица 7.6.

Сечение фазных проводников, мм ²	Наименьшее сечение защитных проводников, мм ²
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

7.14. Значения таблицы 7.6. действительны только в случае, если защитные проводники изготовлены из того же материала, что и фазные проводники. В противном случае сечения защитных проводников выбирают таким образом, чтобы их проводимость была равной проводимости, получаемой в результате применения таблицы.

7.15. Во всех случаях сечение защитных проводников по меди, не входящих в состав кабеля, должно быть не менее:

2,5 мм² — при наличии механической защиты;

4 мм² — при отсутствии механической защиты.

Примечание. При выборе и прокладке защитных проводников следует учитывать внешние воздействующие факторы по ГОСТ Р 50571.2.

Проводимость нулевого защитного проводника

7.16. Полная проводимость нулевого защитного проводника во всех случаях должна быть не менее 50 % проводимости фазного проводника.

Учет проводимости проводящих частей, интуйтирующих четвертую жилу кабеля

7.17. В четырехпроводных сетях при системах TN-C или TN-S должны применяться четырехжильные кабели, четвертая жила которых выполняет функцию PEN-проводника или PE-проводника,-

соответственно. При этом проводимости сторонних проводящих частей (СПЧ), а также открытых проводящих частей (ОПЧ), в том числе алюминиевых оболочек кабелей (бронированных и небронированных), шунтирующих PEN-проводник, не должны учитываться при выборе минимально необходимого сечения PEN-проводника, определяемого требованием к сечению соответствующего N-проводника. Проводимости СПЧ, а также ОПЧ, в том числе алюминиевых оболочек кабелей (бронированных и небронированных), шунтирующих PEN-проводник или PE-проводник, могут быть учтены при выборе минимально необходимого сечения PEN-проводника или PE-проводника, определяемого требованиями к сечению PE-проводника (см. табл. 7.7.).

*Обеспечение непрерывности электрической цепи, образованной
сторонними проводящими частями*

7.18. Для обеспечения непрерывности электрической цепи, образованной стальными и железобетонными каркасами производственных зданий, на всём протяжении её использования в качестве PE- или PEN-проводника, шунтирующего четвёртую жилу кабеля, при создании промышленных электроустановок в производственных зданиях рекомендуется руководствоваться требованиями 7.37 и ГОСТ 12.1.030-81.

Нулевые рабочие проводники

1/19. Нулевые рабочие проводники должны быть рассчитаны на длительное протекание рабочего тока.

7.20. Рекомендуется в качестве нулевых рабочих проводников применять проводники с изоляцией, равноценной изоляции фазных проводников. Такая изоляция обязательна как для нулевых рабочих, так и для нулевых защитных проводников в тех местах, где применение неизолированных проводников может привести к образованию электрических пар или к повреждению изоляции фазных проводников в результате искрения между неизолированным нулевым проводником и оболочкой или конструкцией (например, при прокладке проводов в трубах, коробах, лотках). Такая изоляция не требуется, если в качестве PEN-проводника, шунтирующего четвёртую жилу кабеля, используются алюминиевые оболочки кабелей, стальные и железобетонные каркасы производственных зданий и сооружений, а также, если в качестве дополнительных PEN-

Значение коэффициента k для стальных проводников

Вид проводников	Конечная температура, °C	Начальная температура, °C	Термический коэффициент k
Специально проложенные стальные проводники (стальные полосы, круглая сталь)	400	35	68
Стальная арматура железобетонных конструкций зданий и сооружений в т.ч. арматура железобетонных опор ЛЭП	85	25	35
Стальные строительные конструкции зданий и сооружений (фермы, колонны и т.п.) и стальные конструкции производственного назначения (подкрановые пути и проч.)	95	25	37
Стальные трубы электропроводок	120	50	35

проводников применяются кожухи и опорные конструкции комплектных шинопроводов и шин комплектных распределительных устройств (щитов, распределительных пунктов, сборок и т. п.).

Условия использования сторонних проводящих частей в качестве единственного PEN-проводника в однофазных сетях

7.21. В производственных помещениях с нормальной средой допускается использовать в качестве единственного PEN-проводника указанные в п. 7.1. металлические конструкции, трубы, кожухи и опорные конструкции шинопроводов для питания одиночных однофазных электроприёмников малой мощности в сетях с номинальным напряжением до 25 В переменного тока.

7.22. Не допускается использовать в качестве нулевых защитных проводников нулевые рабочие проводники, идущие к электроприемникам однофазного и постоянного тока. Для зануления таких электроприемников должен быть применен отдельный третий проводник, присоединяемый во втычном соединителе ответвительной коробки, в щите, щитке, сборке и т. п. к нулевому рабочему или нулевому защитному проводнику.

Разъединяющие приспособления и предохранители в цепи PEN-проводников

7.23. В цепи заземляющих и нулевых защитных проводников не должно быть разъединяющих приспособлений и предохранителей.

В цепи нулевых рабочих проводников, если они одновременно служат для целей зануления (PEN-проводники), допускается применение выключателей, которые одновременно с отключением PEN-проводников отключают все провода, находящиеся под напряжением (см. также 7.24.).

Однополюсные выключатели следует устанавливать в фазных проводниках, а не в нулевом рабочем проводнике.

7.24. Нулевые защитные проводники линии не допускается использовать для зануления электрооборудования, питающегося по другим линиям.

Допускается использовать PEN-проводники осветительных линий для зануления электрооборудования, питающегося по другим линиям, если все указанные линии питаются от одного трансформатора, проводимость их удовлетворяет требованиям настоящей главы и исключена возможность отсоединения PEN-проводников во время работы других линий. В таких случаях не должны при-

меняться выключатели, отключающие PEN-проводники вместе с фазными.

Требования к прокладке защитных проводников

7.25. Защитные проводники следует прокладывать на расстоянии от стен не менее чем 10 мм.

В помещениях сухих, без агрессивной среды, защитные проводники допускается прокладывать непосредственно по стенам.

7.26. Заземляющие и нулевые защитные проводники должны быть предохранены от химических воздействий. В местах переkreщивания этих проводников с кабелями, трубопроводами, железнодорожными путями, в местах их ввода в здания и в других местах, где возможны механические повреждения заземляющих и нулевых защитных проводников, эти проводники должны быть защищены.

7.27. Прокладка заземляющих и нулевых защитных проводников в местах прохода через стены и перекрытия должна выполняться, как правило, с их непосредственной заделкой. В этих местах проводники не должны иметь соединений и ответвлений.

7.28. У мест ввода заземляющих проводников в здания должны быть предусмотрены опознавательные знаки.

7.29. Использование специально проложенных заземляющих или нулевых защитных проводников для иных целей не допускается.

Б. Соединение и присоединение заземляющих и нулевых защитных проводников (РЕ- и PEN-проводников)

Главный заземляющий зажим

7.30. В каждой электроустановке должен быть предусмотрен главный заземляющий зажим или шина и к нему (или к ней) должны быть присоединены:

- заземляющие проводники;
- защитные проводники;
- проводники главной системы уравнивания потенциалов;
- PEN-проводники.

7.31. В доступном месте следует предусматривать возможность разъёма (отсоединения) заземляющих проводников для измерения

сопротивления растеканию заземляющего устройства. Эта возможность может быть обеспечена при помощи главного заземляющего зажима или шины. Конструкция зажима должна позволять его отсоединение только при помощи инструмента, быть механически прочной и обеспечивать непрерывность электрической цепи.

Требования к контактному соединению заземляющего проводника и заземлителя

7.32. Заземляющий проводник должен быть надёжно присоединён к заземлителю и иметь с ним контакт, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 10434-82 «Соединения контактные электрические. Общие технические требования». При использовании зажимов они не должны повреждать ни заземлитель, ни заземляющие проводники.

Соединение защитных проводников

7.33. Соединения защитных проводников должны быть доступны для осмотра и испытания, за исключением соединений, заполненных компаундом или герметизированных.

7.34. Запрещается включать коммутационные аппараты в цепи РЕ- и PEN-проводников, однако могут иметь место соединения, которые могут быть разобраны при помощи инструмента для целей испытания.

7.35. Не допускается использовать открытые проводящие части электрооборудования (ОПЧ) в качестве РЕ- и PEN-проводников для другого электрооборудования.

7.36. Соединения заземляющих и нулевых защитных проводников (РЕ- и PEN-проводников) между собой должны обеспечивать надёжный контакт и выполняться посредством сварки.

Допускается в помещениях и в наружных установках без агрессивных сред выполнять соединения РЕ- и PEN-проводников другими способами, обеспечивающими требования ГОСТ 10434-82 «Соединения контактные электрические. Общие технические требования» ко 2-му классу соединений. При этом должны быть предусмотрены меры против ослабления и коррозии контактных соединений. Соединения РЕ- и PEN-проводников электропроводок и ВЛ допускается выполнять теми же методами, что и фазных проводников.

***Обеспечение непрерывности электрической цепи при
использовании сторонних проводящих частей в качестве
PEN-проводников***

131. Для обеспечения непрерывности электрической цепи, образованной стальными и железобетонными каркасами производственных зданий на всём протяжении её использования в качестве РЕ- и PEN-проводника, шунтирующего четвертую жилу кабеля, при создании промышленных электроустановок в производственных зданиях рекомендуется руководствоваться ГОСТ 12.1.030-81. «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление».

Кроме того, непрерывность электрической цепи, образованной каркасами производственных зданий, обеспечивается соединением стальных элементов:

- в зданиях с монолитным железобетонным каркасом — сваркой рабочей арматуры элементов;
- в зданиях из сборных железобетонных элементов — сваркой закладных изделий, примыкающих друг к другу конструкций, либо при помощи стальных перемычек сечением не менее 100 мм², которые привариваются к закладным изделиям соединяемых железобетонных элементов;
- в зданиях со стальным каркасом — болтовыми, заклёпочными и сварными соединениями, обеспечивающими совместную работу элементов каркаса.

Для обеспечения непрерывности электрической цепи длина сварных швов соединяемых элементов должна быть не менее 60 мм, а высота швов — не менее 5 мм.

***Создание объединяющего контура с использованием
сторонних проводящих частей***

7.38. При наличии в кровле здания молниеприёмной сетки объединяющий контур создаётся молниеприёмной сеткой и арматурой колонн, соединённой перемычками с арматурой фундаментов — заземлителей.

7.39. В зданиях с железобетонным каркасом при отсутствии молниеприёмной сетки объединяющий контур может быть создан соединением арматуры колонн с арматурой фундаментных балок. В местах отсутствия фундаментных балок должен быть предусмотрен специальный проводник из стали сечением не менее

100 мм². В многоэтажных зданиях непрерывный внутренний контур, объединяющий в единую цепь колонны и ригели каркаса, выполняется на одном или нескольких этажах.

7.40. Для присоединения защитного заземления оборудования в колоннах предусматриваются закладные изделия.

Закладные изделия в колоннах для опирания заземляемого технологического оборудования (металлических площадок) или для крепления сантехнических и технологических коммуникаций должны быть соединены с продольной арматурой колонн.

Все остальные конструкции (площадки, вентиляционные устройства, трубы, лестницы, металлические корпуса технологического и электрического оборудования и пр.) должны быть присоединены при помощи сварки к цепи заземления, использующей заземляющие свойства строительных конструкций.

Соединение открытых проводящих частей

7.41. Стальные трубы электропроводок, короба, лотки и другие конструкции, используемые в качестве заземляющих или нулевых защитных проводников (РЕ- и PEN-проводников), должны иметь соединения, соответствующие требованиям ГОСТ 10434-82, предъявляемым ко 2-му классу соединений. Должен быть также обеспечен надёжный контакт стальных труб с корпусами электрооборудования, в которые вводятся трубы, и с соединительными (осветительными) металлическими коробками.

Этим же требованиям должны соответствовать соединения брони и металлических оболочек кабелей, металлорукавов, металлических оболочек трубчатых проводов и изоляционных трубок.

Места и способы соединения заземляющих и защитных проводников

7.42. Места и способы соединения заземляющих проводников с протяжёнными естественными заземлителями (например, с трубопроводами) должны быть выбраны такими, чтобы при разъединении заземлителей для ремонтных работ было обеспечено расчётное значение сопротивления заземляющего устройства.

7.43. В случае использования труб водопровода в качестве РЕ- или PEN-проводников, водомеры, задвижки и т. п. должны иметь

обходные проводники, обеспечивающие непрерывность цепи заземления.

7.44. Присоединение РЕ- и PEN-проводников к частям оборудования, подлежащим заземлению или занулению, должно быть выполнено сваркой или болтовым соединением. Присоединение должно быть доступно для осмотра. Для болтового присоединения должны быть предусмотрены меры против ослабления и коррозии контактного соединения.

7.45. Заземление или зануление оборудования, подвергающегося частому демонтажу или установленного на движущихся частях или частях, подверженных сотрясениям или вибрации, должно выполняться гибкими РЕ- и PEN-проводниками.

Использование естественных контактов

7.46. При наличии надёжного электрического контакта между электрооборудованием, аппаратами, электромонтажными конструкциями и другими частями и металлическими основаниями, на которых они установлены (рамы, каркасы комплектных устройств, станины станков, машин и механизмов), дополнительная установка перемычек между указанными частями и основаниями в помещениях без повышенной опасности не требуется; в помещениях без повышенной опасности не требуется установка металлической перемычки между корпусом электродвигателя и заземленным (зануленным) металлическим основанием при креплении электродвигателя к этому основанию с помощью болтов (исключение — взрывоопасные зоны любого класса).

7.47. В цепях заземления и зануления ОПЧ и СПЧ считаются достаточными естественные контакты в помещениях без повышенной опасности между заземлённой (занулённой) металлической оболочкой, броней или оплеткой кабеля, с одной стороны, и тросом, струной или полосой, по которым проложен кабель, с другой стороны, для заземления или зануления этого троса, струны или полосы; между арматурой изолятора и металлической конструкцией, на которой он закреплён;

между стальными рельсами и стальными колёсами передвижных механизмов для заземления (зануления) ОПЧ и СПЧ передвижных механизмов, перемещающихся по этим рельсам;

между металлическими строительными производственными конструкциями ферм, балок, колонн, трубопроводов и т. п.

7.48. Для соединения в целях уравнивания потенциалов ОПЧ и СПЧ в помещениях без повышенной опасности наряду с указанными естественными контактами являются достаточными также шарнирные и петлевые соединения поворотных и съёмных конструкций, если на них не установлено электрооборудование.

Штепсельные соединители для переносных электроприемников

7.49. Для присоединения защитных проводников переносных электроприемников следует применять только такие соединители штепсельные, которые имеют специальные контакты. Соединение между этими контактами при включении должно устанавливаться до того, как войдут в соприкосновение контакты фазных (полюсных) проводников. Порядок разъединения контактов при отключении должен быть обратным. Соединители должны исключать возможность соединения контактов фазных (полюсных) проводников с контактами защитного проводника.

7.50. Защитный проводник со стороны электроприёмника должен быть подключён к вилке, а со стороны питания — к розетке. Заземление или зануление корпуса соединителя следует выполнять путем соединения его с контактом защитного проводника.

7.51. К защитным контактам соединителей штепсельных, предназначенных для переносных электроприёмников, должен быть проложен самостоятельный защитный проводник от ближайшего щитка, сборки или ответвительной коробки.

Присоединение защитных проводников к сторонним проводящим частям

7.52. Присоединение защитных проводников системы уравнивания потенциалов к арматуре железобетонных зданий и сооружений, к трубопроводам с горючими или взрывоопасными веществами, а также заземляющих проводников к обсадным трубам нефтяных и газовых скважин, должно выполняться сваркой.

7.53. Каждая часть электроустановки, подлежащая заземлению или занулению, должна быть присоединена к сети заземления или зануления при помощи отдельного ответвления. Последовательное включение в РЕ- или PEN-проводник заземляемых или зануляемых частей электроустановки не допускается.

ГЛАВА 8. УСТРОЙСТВО ЗАЗЕМЛИТЕЛЕЙ

Естественные заземлители

8.1. В качестве естественных заземлителей и заземляющих устройств рекомендуется использовать:

1) подземные или подводные части стальных и железобетонных конструкций и сооружений всех назначений, в том числе имеющих защитные гидроизоляционные покрытия, в неагрессивных и слабоагрессивных средах;

2) железобетонные фундаменты производственных зданий и сооружений, в том числе имеющие защитные гидроизоляционные покрытия, в неагрессивных, слабо- и среднеагрессивных средах, при условии приварки анкерных болтов стальных колонн (арматурных стержней железобетонных колонн) к арматурным стержням железобетонных фундаментов;

3) технологические, кабельные и совмещенные (стальные и железобетонные) эстакады промышленных предприятий;

4) проложенные в земле металлические трубопроводы всех назначений, кроме трубопроводов горючих и взрывоопасных веществ и смесей, канализации и центрального отопления;

5) открыто проложенные металлические стационарные трубопроводы всех назначений, кроме трубопроводов горючих и взрывоопасных веществ и смесей, канализации и центрального отопления;

6) обсадные трубы буровых скважин;

7) рельсы электрифицированных железных дорог на станциях и перегонах, а также рельсы подъездных путей тяговых подстанций переменного тока;

8) рельсы магистральных неэлектрифицированных железных дорог, а также рельсы подъездных путей, при наличии устройства преднамеренного электрического контакта между рельсами каждой рельсовой нити;

9) рельсы кранового пути при установке крана на открытом воз-

духе, при наличии преднамеренного электрического соединения между рельсами каждой рельсовой нити;

10) заземлители опор ВЛ, соединенные с заземляющим устройством электроустановки при помощи грозозащитного троса ВЛ (если трос не изолирован от опор ВЛ);

11) повторные заземлители ВЛ напряжением до 1 кВ, соединенные с заземляющим устройством электроустановки PEN-проводником, при числе ВЛ не менее двух;

12) свинцовые оболочки кабелей, проложенных в земле, при числе кабельных линий не менее двух.

8.2. Заземлители должны быть связаны с магистралями заземлений не менее чем двумя проводниками, присоединенными к заземлителю в разных местах. Это требование не распространяется на опоры ВЛ, повторное заземление нулевого защитного проводника (PEN-проводника) и металлические оболочки кабелей.

Предельно допустимые токи заземлителя

8.3. Естественный заземлитель в месте его присоединения к заземляющему устройству должен обеспечивать протекание по нему наибольшего допустимого тока в кА, определяемого по формуле:

где S — сечение естественного заземлителя, в мм²;

j — допустимая плотность тока (кА/мм²), которая при времени протекания тока в одну секунду и менее определяется по выражению:

$$j = \frac{k_e}{\sqrt{t}},$$

а при времени более одной секунды - по выражению:

$$j = 1,2 \frac{k_e}{\sqrt{t}},$$

где t — время в секундах, а k_e принимается для стальных проводов и конструкций — 0,07; для арматуры железобетона — 0,03;

для свинцовой оболочки кабеля с бумажной пропитанной изоляцией—0,02;

t — время протекания тока в секундах (предел t , относящийся к кратковременному воздействию — 5 с). Для снижения плотности тока до допустимых значений следует использовать искусственные заземлители.

Обходные защитные проводники

8.4. При использовании естественных заземлителей (особенно протяжённых, например, трубопроводов) должна учитываться возможность проведения ремонтных работ, при которых заземлитель может быть разъединён (например, при ремонте задвижек, водомеров и т. п.). Это должно учитываться при выборе мест присоединения к заземлителю защитных проводников и при определении его сопротивления. Задвижки, водомеры и т. п. должны иметь обходные защитные проводники.

Предельно допустимая плотность тока, стекающего с арматуры железобетонного фундамента

8.5. Для железобетонных фундаментов, используемых в качестве заземлителей, плотность тока, стекающего с арматуры, не должна превышать предельно допустимых значений, указанных в табл. 8.1.

Таблица 8.1.

Вид тока	Предельно допустимая плотность тока, А/м ²
Ток молнии	30·10 ³
Ток кратковременный промышленной частоты (до 3 с)	1,0·10 ³
Ток длительный промышленной частоты	1,0
Ток постоянный или выпрямленный	0,06

Во избежание местного превышения значений плотности тока, указанных в таблице, рекомендуется объединять в единую систе-

му все элементы конструкций, используемых в цепи заземления. Соединения этих элементов должны осуществляться только стальными изделиями.

Использование железобетонных фундаментов в качестве заземлителей в агрессивных средах

8.6. Допускается использование фундаментов в качестве заземлителей в агрессивной среде при концентрации ионов хлора до 0,5 г/л (С1) или сульфат-ионов до 10,0 г/л (SO₄) в том случае, если плотность токов, длительно стекающих с арматуры фундамента, не превышает 1 А/м².

Искусственные заземлители

8.7. Для искусственных заземлителей и устройств выравнивания потенциала следует применять, как правило, сталь.

Искусственные заземлители не должны иметь окраски.

8.8. Наименьшие размеры стальных искусственных заземлителей при низкой коррозионной активности грунтов приведены ниже:

Диаметр круглых (прутковых) заземлителей, мм:	
неоцинкованных	10
оцинкованных.....	6
Сечение прямоугольных заземлителей, мм ²	48
Толщина прямоугольных заземлителей, мм	4
Толщина полок угловой стали, мм	4

В случае опасности повышенной коррозии для заземлителей следует использовать сталь круглого профиля и повышенного сечения. Наименьшее сечение заземлителей в зависимости от агрессивности грунта дано в табл. 8.2.

Сечение горизонтальных заземлителей для электроустановок напряжением выше 1 кВ выбирается по термической стойкости.

8.9. Не следует располагать (использовать) заземлители в местах, где земля подсушивается под действием тепла трубопроводов и т. п.

Траншеи для горизонтальных заземлителей должны заполняться однородным грунтом, не содержащим щебня и строительного мусора.

Наименьшие размеры поперечного сечения заземлителей
в зависимости от агрессивности грунтов

Вид заземляющего устройства	Коррозионная активность грунта по отношению к стали	Диаметр круглой стали, мм	Ширина и толщина стальной полосы, мм
Вертикальные электроды	Весьма высокая, высокая ($\rho < 10 \text{ Ом}\cdot\text{м}$)	16	-
	Повышенная, средняя ($10 \text{ Ом}\cdot\text{м} \leq \rho \leq 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$)	14	-
	Низкая ($\rho > 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$)	16	-
Горизонтальные заземлители	Весьма высокая ($\rho < 5 \text{ Ом}\cdot\text{м}$)	16	40x10
	Высокая ($5 \text{ Ом}\cdot\text{м} \leq \rho < 10 \text{ Ом}\cdot\text{м}$)	14	40x8
	Повышенная, средняя ($10 \text{ Ом}\cdot\text{м} \leq \rho \leq 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$)	12	40x6
	Низкая ($\rho > 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$)	10	40x4

ГЛАВА 9. ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ В РАЙОНАХ С УДЕЛЬНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ ГОРНЫХ ПОРОД БОЛЕЕ 500 ОМ М

9.1. Заземляющие устройства электроустановок в районах с удельным сопротивлением горных пород более 500 Омм рекомендуется выполнять с соблюдением требований, обеспечивающих безопасные значения тока и напряжения прикосновения при повреждении изоляции (см. табл. 3.1, 4.1).

В скальных горных породах допускается прокладывать горизонтальный заземлитель на меньшей глубине, чем этого требуют [Д18], но не менее чем 0,15 м.

9.2. Сооружение искусственных заземлителей допускается только в тех случаях, когда расчётные значения тока и напряжения прикосновения при использовании естественных заземляющих устройств превышают соответствующие предельно допустимые значения или не обеспечиваются нормированные значения напряжения на заземляющем устройстве. -

9.3. При сооружении искусственных заземлителей рекомендуется устройство вертикальных заземлителей увеличенной длины, если с глубиной удельное сопротивление горных пород снижается, а естественные протяжённые заземлители (например, обсадные трубы буровых скважин) отсутствуют.

Использование естественных протяжённых заземлителей

9.4. В районах многолетней мерзлоты кроме рекомендаций, приведённых в 9.3., рекомендуется использовать естественные вертикальные (обсадные трубы буровых скважин) и горизонтальные (трубопроводы, технологические эстакады) протяжённые заземлители.

Послесловие

Материал книги, основанный на правилах и стандартах [1]—[27], носит рецептурный характер.

Читателю, желающему получить инженерное обоснование нормативных решений, можно рекомендовать познакомиться с публикациями, приведенными в списке дополнительной литературы [Д.1]–[Д.21].

Автор Москва 12
октября 2000 г.

Список действующих нормативных документов

1. Правила устройства электроустановок. 6-е изд., перераб. и доп.—М.: Энергоатомиздат, 1987.
2. Строительные нормы и правила. СНиП 3.05.06-85. Электротехнические устройства. Госстрой СССР, 1986.
3. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
4. ГОСТ 12.1.038-82. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
5. ГОСТ Р 50 669-9>4. Электроснабжение и электробезопасность мобильных (инвентарных) зданий из металла или с металлическим каркасом для уличной торговли и бытового обслуживания населения. Технические требования.
6. ГОСТ Р 50 571.1-93 (МЭК364-1-72, МЭК364-2-70). Электроустановки зданий. Основные положения.
7. ГОСТ Р 50 571.2-94 (МЭК 364-3-93). Электроустановки зданий. Часть 3. Основные характеристики.
8. ГОСТ Р 50 571.3-94 (МЭК 364-4-41-92). Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током.
9. ГОСТ Р 50 571.4-94 (МЭК 364-4-42-80). Требования по обеспечению безопасности. Защита от тепловых воздействий.
10. ГОСТ Р 50 571.5-94 (МЭК364-4-43-77). Требования по обеспечению безопасности. Защита от сверхтока.
11. ГОСТ Р 50 571.6-94 (МЭК 364-4-45-84). Требования по обеспечению безопасности. Защита от понижения напряжения.
12. ГОСТ Р 50 571.7-94 (МЭК364-4-46-81). Требования по обеспечению безопасности. Отделение, отключение, управление.
13. ГОСТ Р 50 571.8-94 (МЭК364-4-47-81). Требования по обеспечению безопасности. Общие требования по применению мер защиты для обеспечения безопасности. Требования по применению мер защиты от поражения электрическим током.

14. ГОСТР 50 571.9-94 (МЭК364-4-473-77). Требования по обеспечению безопасности. Применение мер защиты от сверхтоков.

15. ГОСТ Р 50 571.10-96 (МЭК 364-5-54-80). Выбор и монтаж электрооборудования. Заземляющие устройства и защитные проводники.

16. ГОСТР 50 571.11-96 (МЭК364-7-701-84). Требования к специальным электроустановкам. Ванные и душевых помещения.

17. ГОСТР 50 571.12-96 (МЭК 364-7-703-84). Требования к специальным электроустановкам. Помещения, содержащие нагреватели для саун.

18. ГОСТ Р 50 571.14-97 (МЭК 364-7-705-84). Требования к специальным электроустановкам. Электроустановки сельскохозяйственных и животноводческих помещений.

19. ГОСТ Р 50 571.15-97 (МЭК 364-5-52-93). Выбор и монтаж электрооборудования. Электропроводки.

20. ГОСТ Р 50 807-95 (МЭК 755-83). Устройства защитные, управляемые дифференциальным (остаточным) током. Общие требования и методы испытаний.

Стандарты Международной Электротехнической Комиссии (IEC), относящиеся к устройству электроустановок зданий

21.364-1(1992) Part I: Scope, object and fundamental principles.

22.364-2-21 (1993)Part2: Definitions - Chapter 21: Guide to general terms.

23. 364-3 (1993) Part 3: Assessment of general characteristics. Amendment No. 1 (1994).

24. 364-4-41 (1992) Part 4: Protection for safety. Chapter 41: Protection against electric shock.

25. 364-7-704 (1989) Section 704: Construction and demolition site installations.

26.364-7-706 (1983) Section 706: Restrictive conducting locations.

27.364-7-708 (1988) Section 708: Electrical installations in caravan parks and caravans. Amendment 1 (1993).

Дополнительная литература

1. Оллендорф Ф. Токи в земле.—М.—Л. Гостехиздат, 1932.
2. Рюденберг Р. Переходные процессы в электроэнергетических системах.—М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1955.
3. Карякин Р.Н. Резонанс в тяговых сетях и его демпфирование. М.: Гос. изд-во «Высшая школа», 1961.
4. Карякин Р.Н. Методика расчета сопротивлений тяговых сетей переменного тока. — М.: Трансжелдориздат, 1962.
5. Карякин Р.Н. Тяговые сети переменного тока, изд. 2-е, перераб. и дополн.—М: Транспорт, 1987.
6. Карякин Р.Н. Критерии безопасности заземлений устройств электрической тяги переменного тока. — Вестник ВНИИ железнодорож. транс, 1966, № 2.
7. Karyakin R.N., Yagudaev B.M., Vlasov S.P. Safety Criteria — a Basis for Choosing the Parameters of Grounding Arrangements of 50 Hz Industrial Electrical Installations. Electrical Shock Safety Criteria. Proceedings of the First International Symposium on Electrical Shock Safety Criteria. Pergamon Press. New York, Oxford, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt, 1985.
8. Бургсдорф В.В., Якобе А.И. Заземляющие устройства электроустановок.— М.: Энергоатомиздаг, 1987.
9. Karyakin R.N. Effects of electrical current on the human body. Proceedings 10 th International Symposium of the International Section of the ISSA for the Prevention of Occupational Risks Due to Electricity. Wien. 1990.
10. Карякин Р.Н. Научные основы концепции электробезопасности электроустановок жилых зданий. — Промышленная энергетика, 1995, №5.
11. Карякин Р.Н. Научные основы концепции электробезопасности промышленных электроустановок. — Промышленная энергетика, 1997, №7.

12. Карякин Р.Н. Нормативные основы использования проводящих частей в качестве PEN-проводников. — Электричество, 1997, №10
13. Карякин Р.Н. Нормативные основы устройства электроустановок.—М.: Энергосервис, 1998.
14. Карякин Р.Н. Заземляющие устройства электроустановок. Справочник.—М.: Энергосервис. 1998.
15. Карякин Р.Н. Концепция электробезопасности электроустановок. — Промышленная энергетика, 1998, № 5.
16. Карякин Р.Н. Научные основы концепции электробезопасности электроустановок. — Электрические станции, 1999, № 2.
17. Карякин Р.Н. Основное правило электробезопасности. — Промышленная энергетика, 1999, № 2.
18. Карякин Р.Н. Нормы устройства безопасных электроустановок.— М.: Энергосервис. 1999.
19. Карякин Р.Н. Нормы устройства сетей заземления. — М.: Энергосервис. 1999.
20. Карякин Р.Н. Уравнение экологической электробезопасности. — Промышленная энергетика, 1999, № 10.
21. Карякин Р.Н. Пожарная электробезопасность электроустановок зданий. — Промышленная энергетика, 2000, № 2.

Лицензия ЛР № 071075 от 05.08.94 г. продлено до 04.08.2004 г.
103074, Москва, Китайгородский пр-д, д. 7.

Гигиенический сертификат № 77 ФЦ 8.953. П. 171.3.99 от 10.03.99,

Подписано в печать 26.03.2001. Формат 60х84 1/16.

Печать офсетная. Бумага офс. № 1. Усл.
печ. л. 12,0. Тираж 5000 экз. Заказ 5079.

ЗАО «Энергосервис», 109147, Москва, Воронцовская ул., 11.

Отпечатано с оригинал-макета
в Производственно-издательском комбинате ВИНТИ,
140010, Люберцы, Моск. обл., Октябрьский пр-т, 403.
Тел. 554-21-86.