

ВВЕДЕНИЕ

Рост энерговооруженности в последние десятилетия во всех областях деятельности человека, в том числе и резкое увеличение электроприборов в быту, естественным образом повлекли за собой пожары по электротехническим причинам.

На протяжении ряда лет как показывают статистические данные, ежегодно в России от электротехнических изделий происходит около 50 000 пожаров; это составляет 20-25% к общему числу пожаров в стране. Такое же соотношение характерно и для многих промышленно развитых стран Европы.

В подавляющем большинстве случаев причинами и обстоятельствами возникновения пожаров от электротехнических изделий являются:

- недостатки конструкций и изготовления,
- несоответствие применяемых материалов и комплектующих требованиям нормативных документов,
- несовершенство противопожарных требований,
- низкий уровень эксплуатации и т.п.

Наиболее пожароопасными из года в год (более 60% к общему числу пожаров от электроустановок) являются кабельные изделия, для которых характерно неблагоприятное сочетание наличия горючих материалов (электроизоляция, подушки, оболочки кабелей и т.п.) с возникновением, - в аварийных режимах эксплуатации, - источников зажигания (дуговые разряды, раскаленные и горящие частицы металлов в зоне короткого замыкания (КЗ), нагретые электрическим током токопроводящие жилы и детали арматуры и др.).

Пожарная опасность электроустановок в целом обусловлена наличием в применяемом электрооборудовании горючих изоляционных материалов.

В электроустановках возможны возникновения следующих аварийных ситуаций:

- короткие замыкания;
- перегрузки;
- повышение переходных сопротивлений в электрических контактах;
- перенапряжение;
- возникновение токов утечки;

При возникновении аварийных ситуации происходит резкое выделение тепловой энергии, которая может явиться причиной возникновения пожара.

Наиболее сложными для тушения являются пожары, возникающие в кабельных сооружениях

Вместе с тем электропроводки, электроустановочные изделия и электрическая защита в жилых домах не обновляются. Это приводит к тому, что до 80 % пожаров приходится на жилой сектор, административные здания и здания с массовым пребыванием людей, а по количеству погибших при пожарах на 1 млн. чел. Россия занимает первое место в мире.

Следует также отметить, что в последние годы бурными темпами идет обновление нормативной базы.

Пожарная безопасность электроустановок достигается с помощью следующих основных мероприятий:

- максимально возможным применением негорючих и трудногорючих веществ и материалов;
- установкой пожароопасного оборудования по возможности в изолированных помещениях или на открытых площадках;
- применением электрооборудования, соответствующего пожароопасной и взрывоопасной зонам;

- применением быстродействующих средств защитного отключения возможных источников зажигания;
- устройством молниезащиты сооружений и оборудования;
- исключение возможности появления искрового разряда в горючей среде с энергией, равной и выше минимальной энергии зажигания;
- применением автоматических установок пожарной сигнализации и пожаротушения;
- применением основных строительных конструкций и материалов, в том числе используемых для облицовок конструкций, с нормированными показателями пожарной опасности;
- устройствами, обеспечивающими ограничение распространения пожара;
- организацией с помощью технических средств, включая автоматические, своевременного оповещения и эвакуации людей;
- устройством противопожарных преград;

Эти мероприятия для каждой электроустановки строго индивидуальны и регламентируются соответствующими нормами, инструкциями и техническими условиями по производству, монтажу и эксплуатации.

1. Устройство электроустановок

1.1 Организация электроснабжения потребителей.

Для индустриально развитой страны, такой как Россия, характерно широкое применение электрической энергии во всех областях производства и в быту. Электрификацию обеспечивает система электроснабжения. Основными энергетическими ресурсами страны в настоящее время служат природные запасы горючих ископаемых и гидравлические ресурсы. Вблизи этих источников энергии в большинстве случаев размещаются электрические станции. На них первичные виды энергии преобразуются в электрическую энергию, вырабатываемую генераторами переменного тока при напряжениях 6-35 кВ.

Весьма приближенно для линий передач средней длины можно считать экономически целесообразным напряжение 1 кВ на 1 км длины линии, например для линии передачи длиной 200 км целесообразно применить рабочее напряжение 200 кВ. При выборе напряжения необходимо учесть и то, что оно должно соответствовать шкале стандартных напряжений.

Генераторы, работающие на электрических станциях, соединяются с линиями передачи через повысительные трансформаторы, установленные на повысительной трансформаторной подстанции ТП. Длинными линиями электроэнергия передается в промышленные центры (ЛЭП). Напряжение передачи электроэнергии на районных трансформаторных подстанциях (ТП) понижается до 6-35 кВ. Потребительские трансформаторные подстанции находятся в непосредственной близости к потребителям. Их вторичное напряжение 220/127; 380/220 и 660/380 В. Наибольшее распространение имеет система 380/220 В. Во вторичную на пути от генератора к приемнику электрическая энергия преобразуется 3-4 раза.

В зависимости от положения в энергосистеме, назначения, значения первичного и вторичного напряжений их можно подразделить на:

- районные подстанции;
- подстанции промышленных предприятий;
- тяговые подстанции;
- подстанции городской электрической сети.

1.2 ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ

Способ монтажа электропроводки в зависимости от типа используемого провода или кабеля выбирается в соответствии с таблицей 1.3.1 при условии, что внешние воздействия на провода или кабели соответствуют требованиям действующих стандартов на эти провода и кабели.

Т а б л и ц а 1. – Выбор электропроводки

Провода и кабели		Способ монтажа							
		без крепления	с непосредственным креплением	в трубах	в коробах	в специальных коробах	на лотках и кронштейнах	на изоляторах	на тросе (струне)
Неизолированные провода		–	–	–	–	–	–	+	–
Изолированные провода		–	–	+	+	+	–	+	–
Изолированные провода в защитной оболочке и кабели в оболочках (в т. ч. бронированные и с минеральной изоляцией)	Много-жильные	+	+	+	+	+	+	0	+
	Одно-жильные	0	+	+	+	+	+	0	+

Обозначения:

«+» – разрешается;

«–» – не разрешается;

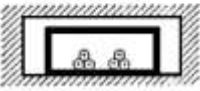
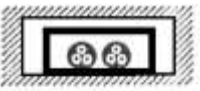
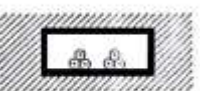
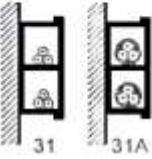
«0» – не применяется или обычно практике не используется.

Места прокладки систем электропроводки:

- в пустотах строительных конструкций;
- в кабельных каналах;
- в земле;

- в строительных конструкциях;
- открытая прокладка по строительным конструкциям;
- в воздухе;
- в воде.

Примеры монтажа систем электропроводки приведены на рис. 1.

	Изолированные провода в трубах в пустотах строительных конструкций
	Кабели одно- или многожильные в трубах в пустотах строительных конструкций
	Изолированные провода в специальных коробах в пустотах строительных конструкций
	Кабели одно- или многожильные в специальных коробах в пустотах строительных конструкций
	Изолированные провода в специальных коробах в кладке
	Кабели одно- или многожильные в специальных коробах в кладке
	Кабели одно- или многожильные в оболочке: – проложенные в пустотах потолка – в двойных полах
	<i>Изолированные провода, кабели одно- или многожильные в коробах на стене:</i> – проложенные горизонтально

1.3. Внешние источники тепла

Для защиты электропроводки от нагрева внешними источниками тепла должен применяться один из следующих или иных равных по эффективности методов:

- экранирование;
- удаление электропроводки от источников тепла на достаточное расстояние;
- выбор электропроводки с учетом дополнительного повышения температуры, которое может иметь место;
- местное усиление изоляции или замена материала изоляции.

Тепло от внешних источников может передаваться излучением, конвекцией или теплопроводностью:

- от систем горячего водоснабжения;
- от приборов и светильников;
- как результат технологического процесса;
- через теплопроводящие материалы;
- от излучения солнца или окружающей среды.

Т а б л и ц а 2. – Минимальные сечения проводников

Типы электропроводки		Назначение цепи	Проводник	
			Материл	Сечение, мм ²
Стационарные электроустановки	Кабели и изолированные проводники	Силовые и осветительные цепи	Медь Алюминий	1,5 2,5
		Цепи сигнализации и управления	Медь	0,5
	Неизолированные проводники	Силовые цепи	Медь Алюминий	10 16
		Цепи сигнализации и управления	Медь	4
Гибкие соединения с изолированными проводниками и кабелями		Внутренний монтаж в приборах и устройствах	Медь	По нормам и требованиям соответствующих стандартов

Соединения проводников между собой, а также их присоединение к оборудованию должны обеспечивать постоянную электропроводность цепи и соответствующую механическую прочность и защиту.

Выбирая способ соединения, следует соответственно учитывать:

- материал проводника и его изоляцию;
- количество и форму проволок, формирующих проводник;
- сечение проводника;
- количество проводников, которые будут соединяться вместе;
- условия среды и зоны помещений по взрыво- и пожароопасности.

Пайку соединений силовых проводников следует избегать. Однако, если такие соединения применяются, их следует выполнять с учетом возможных их смещений и механических воздействий

Все соединения должны быть доступны для их проверки, испытания и обслуживания, кроме следующих соединений:

- соединения кабелей в земле;
- соединения, заполненные компаундом или загерметизированные;
- соединения холодных концов с нагревательными элементами систем обогрева пола и потолка.

Опасность распространения горения может быть уменьшена путем выбора соответствующих материалов и способов монтажа. Монтаж электропроводки не должен понижать эксплуатационные качества строительных конструкций и пожарную безопасность.

Применение кабелей, не соответствующих как минимум требованиям стандартов по ограничению их способности распространять горение, должно быть ограничено до небольших отрезков для подсоединения электроприборов к постоянным сетям электропроводки и в любом случае не должно допускаться для прокладки между помещениями, разделенными огнезащитными перегородками.

Элементы электропроводки, кроме кабелей, которые не соответствуют как минимум требованиям соответствующих стандартов по способности распространять горение, но во всех других отношениях соответствующие требованиям стандартов, должны быть помещены полностью в оболочку из негорючих материалов или защищены (покрыты, окрашены) огнезащитными материалами.

При проходе электропроводки через элементы конструкций зданий и сооружений, такие, как полы, стены, крыши, потолки, перегородки, огнестойкость которых определена проектом, оставшиеся отверстия должны быть загерметизированы со степенью огнестойкости, равной огнестойкости соответствующих элементов строительных конструкций.

Электропроводки, выполненные в трубах, специальных каналах, коробах, шинопроводами или шинами, которые проходят через элементы конструкций зданий, имеющие установленную огнестойкость, должны иметь внутреннее уплотнение, обеспечивающее ту же огнестойкость, что и соответствующие элементы конструкции здания. Равным образом они должны быть загерметизированы снаружи.

Требования по уплотнению считают удовлетворительными, если уплотнение электропроводки прошло испытания на пожарную опасность.

1.4 Электрическое освещение

В помещениях жилых и общественных зданий, как правило, применяют:

- систему общего освещения;
- систему комбинированного освещения - в помещениях производственного характера, в которых выполняется зрительная работа .

На объектах, жизненный цикл которых во многом зависит от электроснабжения, (как правило, это разнообразные заводы) предусмотрен *аварийный источник электроэнергии* — источник электроэнергии, предназначенный для питания аварийного распределительного щита в случае прекращения питания от основного источника электроэнергии. Одним из наиболее частых применений аварийного источника электроэнергии является *аварийное освещение* — освещение для обеспечения продолжения работы персонала (освещение безопасности) или эвакуации людей из помещения (эвакуационное освещение).

Сегодня все чаще уделяют повышенное внимание аварийному освещению. Это связано, в первую очередь, с развитием инфраструктуры мегаполисов, ростом промышленности и увеличением количества всевозможных промышленных объектов, больниц, гостиниц и т.п.

Главная особенность аварийное освещения в том, что оно подключается к источнику питания, который не зависит от источника основного освещения, поскольку аварийное освещение должно работать бесперебойно в случае отключения основного освещения.

Аварийное освещение разделяют на эвакуационное и освещение безопасности.

Эвакуационное освещение предназначено для того, чтобы люди смогли, пользуясь системой указателей на аварийных светильниках, свободно покинуть помещение, если по каким-либо причинам отключено рабочее освещение.

Освещение безопасности, в свою очередь, должно обеспечивать минимальные условия для продолжения работы когда отсутствие основного освещения может спровоцировать тяжелые последствия. Эвакуационное освещение должно обеспечивать наименьшую освещенность на полу или на земле и на территориях, равную 0,2 лк. Неравномерность эвакуационного освещения (отношение максимальной освещенности к минимальной) по оси эвакуационных проходов должна быть не более 40:1.

От светильников аварийного освещения необходимо отличать световые эвакуационные указатели («ВЫХОД» и т.п.). В отличие от светильников аварийного освещения, эвакуационные указатели не обязаны обеспечивать освещенность, достаточную для безопасной эвакуации людей. В настоящее время функции светильников аварийного освещения и эвакуационных указателей часто совмещаются в одних изделиях — на светильники наклеиваются соответствующие трафареты. При этом обеспечивается и необходимая освещенность в аварийных режимах, и указание путей эвакуации. Очевидно, что применение одних эвакуационных указателей в больших помещениях (крупные торговые залы, цеха промышленных предприятий и т.п.) явно недостаточно: если при аварии погаснет свет, то люди просто не будут

видеть путей эвакуации, хотя где-то и будут светиться указатели «ВЫХОД». Поэтому часть светильников обязательно должна питаться от отдельных аварийных сетей или иметь встроенные конверсионные модули, переключающие одну из ламп светильника на питание от внутренних аккумуляторов.

Динамические указатели (направление движения) должны автоматически включаться при получении СОУЭ командного сигнала о начале оповещения людей о пожаре.

Световые оповещатели «Выход» в зрительных, демонстрационных, выставочных и других залах должны включаться на время пребывания в них людей.

Световые оповещатели «Выход» следует устанавливать:

- над эвакуационными выходами из помещений, в которых могут одновременно находиться более 100 человек;

- над эвакуационными выходами из коридоров, к которым примыкают помещения с общей численностью постоянно пребывающих в них более 50 человек;

- в других местах, по усмотрению проектной организации;

Эвакуационные знаки пожарной безопасности, указывающие направление движения следует устанавливать:

- в коридорах длиной более 50 м, а также в коридорах общежитий вместимостью более 50 человек на этаже. При этом эвакуационные знаки пожарной безопасности должны устанавливаться по длине коридоров на расстоянии не более 25 м друг от друга, а также в местах поворотов коридоров;

- в незадымляемых лестничных клетках;

- в других местах, по усмотрению проектной организации.

Эвакуационные знаки пожарной безопасности, указывающие направление движения, следует устанавливать на высоте не менее 2 м.

1.5 Электроснабжение жилых и общественных зданий.

Рассмотрим характерную схему электроснабжения на примере жилого здания (рис. 1.5.1). Источник питания – это, как правило, отдельно стоящая ПС со своим распределительным щитом 10(6)/0,4/0,23 кВ. На вводе в здание расположено вводнораспределительное устройство – ВРУ 0,4/0,23 кВ. Следующая ступень – этажный групповой распределительный щиток (ГРЩ), последняя ступень – квартирный распределительный щиток (КРЩ).

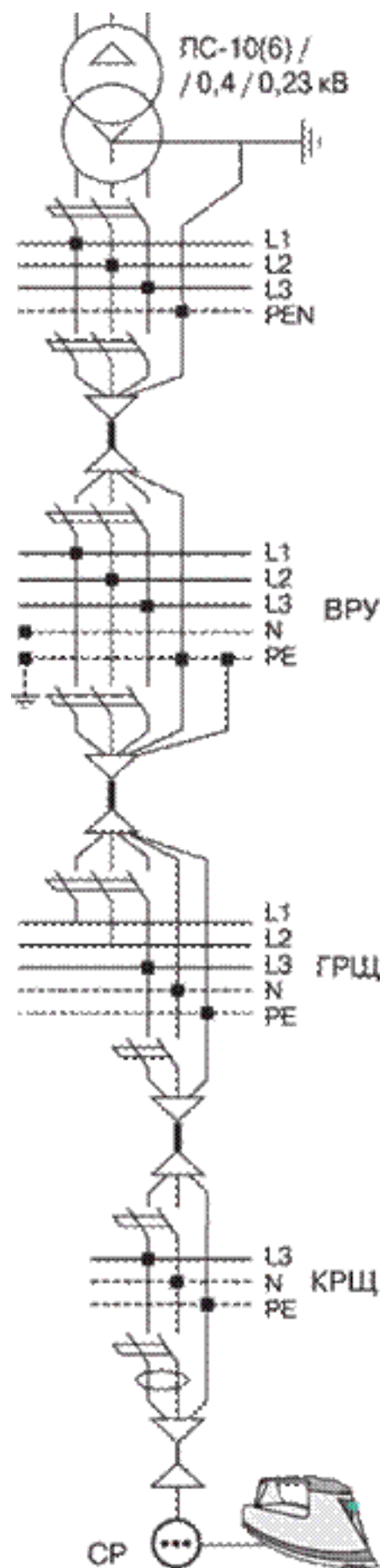


Рис. 2 Схема электроснабжения жилого дома.

В жилых и общественных зданиях линии групповой сети, прокладываемые от групповых щитков до штепсельных розеток, должны выполняться трехпроводными (фазный, нулевой рабочий и нулевой защитный проводники). Питание стационарных однофазных электроприемников следует выполнять трехпроводными линиями. При этом нулевой рабочий и нулевой защитный проводники не следует подключать на щитке под один контактный зажим.

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

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

Трехфазные четырех- и пятипроводные линии при питании **трехфазных симметричных нагрузок** должны иметь сечение нулевых рабочих N проводников, равное :

- сечению фазных проводников, если фазные проводники имеют сечение до 16 мм^2 по меди и 25 мм^2 по алюминию,

- при больших сечениях – не менее 50 % сечения фазных проводников, но не менее 16 мм^2 по меди и 25 мм^2 по алюминию.

Сечение PEN проводников должно быть не менее сечения N проводников и не менее 10 мм^2 по меди и 16 мм^2 по алюминию независимо от сечения фазных проводников.

Сечение PE проводников должно равняться:

- сечению фазных при сечении последних до 16 мм^2 ,
- 16 мм^2 при сечении фазных проводников от 16 до 35 мм^2
- 50 % сечения фазных проводников при больших сечениях.

Для электроустановок напряжением до 1 кВ приняты следующие обозначения:

с и с т е м а TN – система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки присоединены к

глухозаземленной нейтраль источника посредством нулевых защитных проводников;

система $TN-C$ – система TN , в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике на всем ее протяжении;

система $TN-S$ – система TN , в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники разделены на всем ее протяжении;

система $TN-C-S$ – система TN , в которой функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике в какой-то ее части, начиная от источника питания;

система IT – система, в которой нейтраль источника питания изолирована от земли или заземлена через приборы или устройства, имеющие большое сопротивление, а открытые проводящие части заземлены;

система TT – система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки заземлены при помощи заземляющего устройства, электрически независимого от глухозаземленной нейтрали источника.

Вышеперечисленные системы для сетей переменного тока представлены на рис. 3

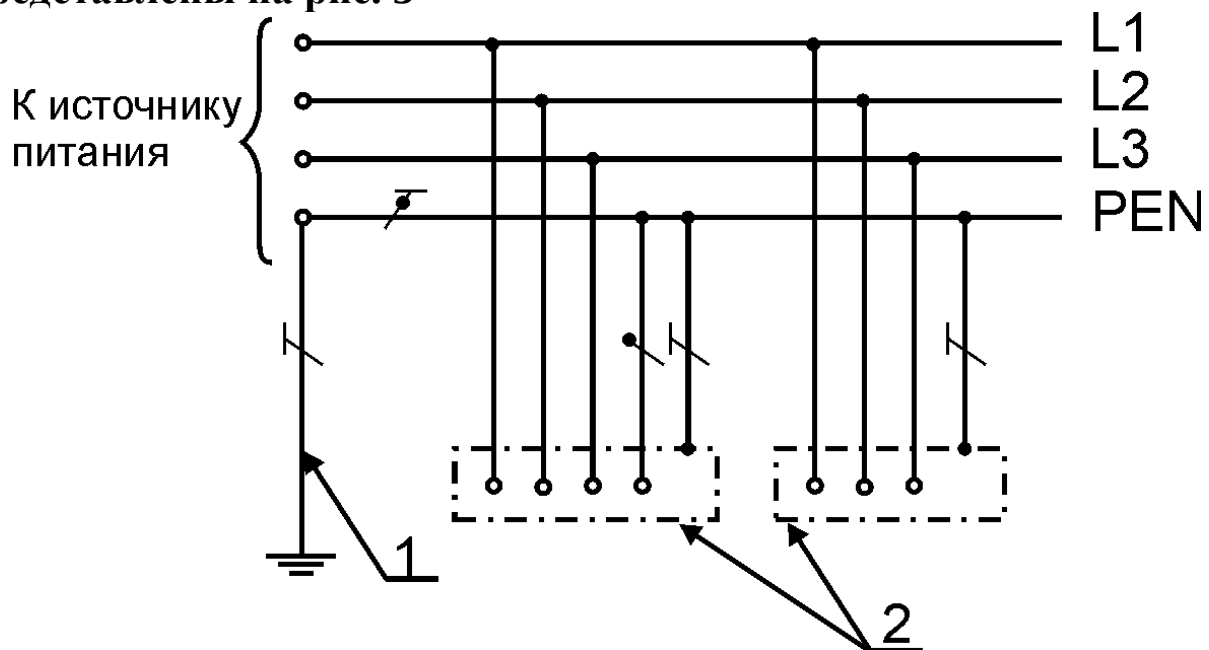


Рис. 3. Система $TN-C$ переменного тока.

1 – заземлитель нейтрали (средней точки) источника питания;

2 – открытые проводящие части.

Нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике.

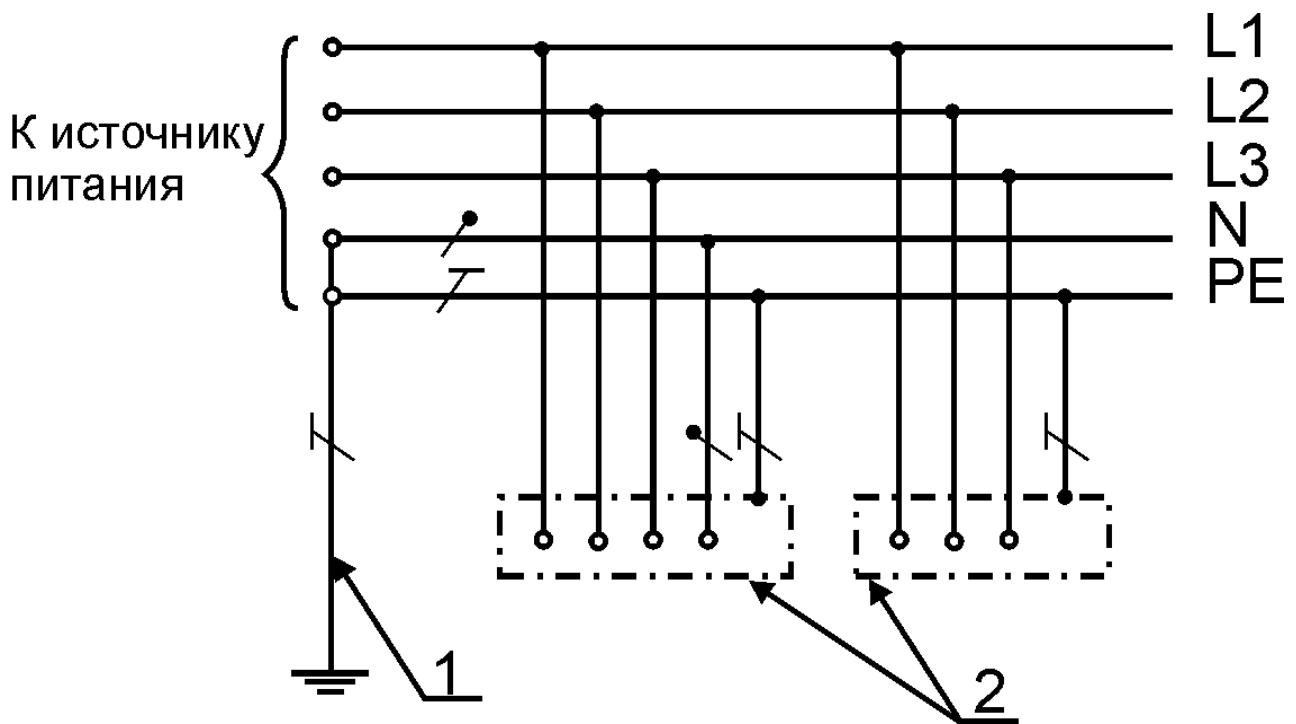


Рис.4. Система $TN-S$ переменного тока.

1 – заземлитель нейтрали источника переменного тока;

2 – открытые проводящие части.

Нулевой защитный и нулевой рабочий проводники разделены.

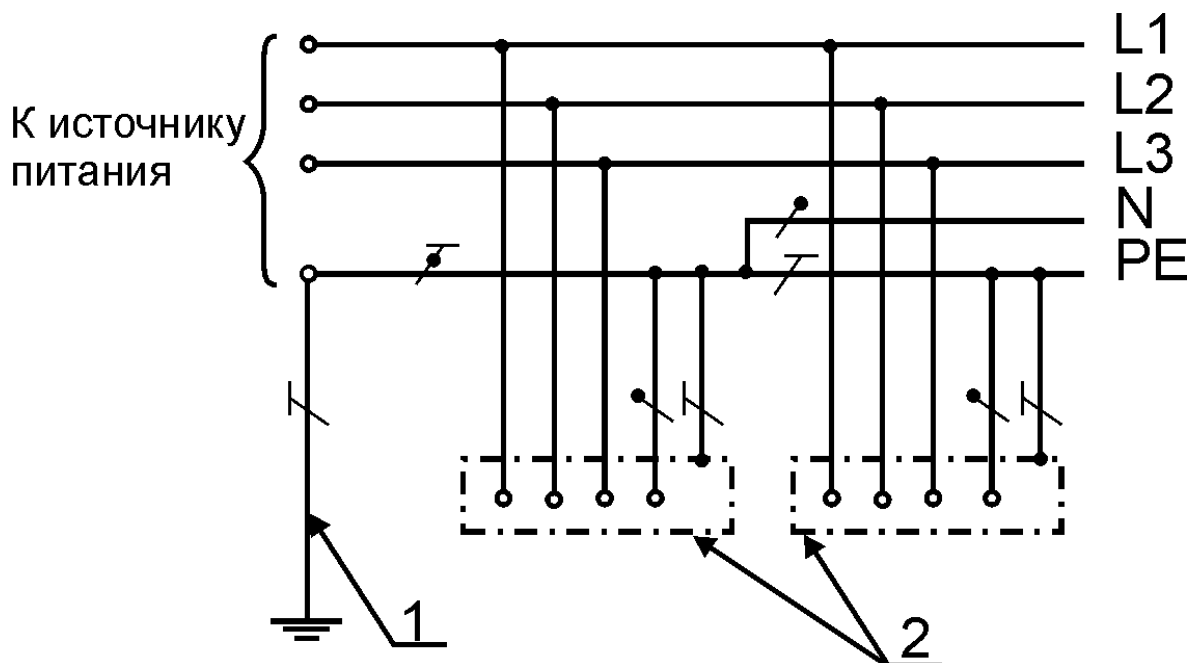


Рис.5. Система $TN-C-S$ переменного тока.

1 – заземлитель нейтрали источника переменного тока; 2 – открытые проводящие части.

Нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике в части системы.

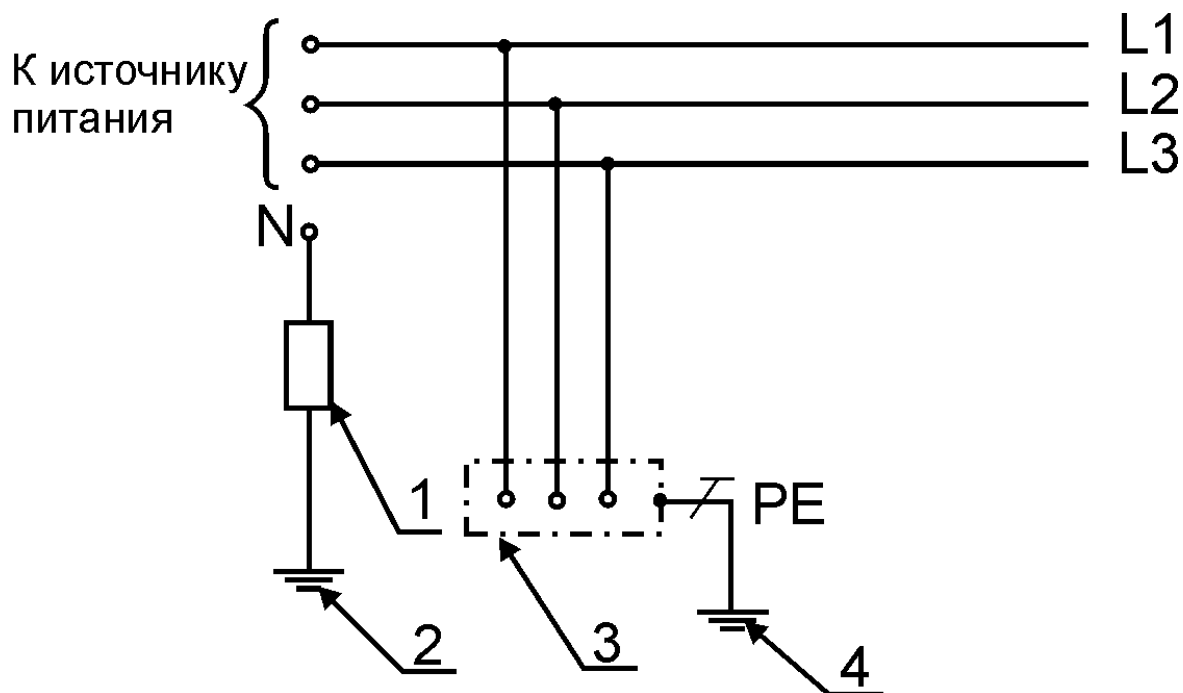


Рис.6. Система IT переменного тока.

1 – сопротивление заземления нейтрали источника питания (если имеется); 2 – заземлитель; 3 – открытые проводящие части;
4 – заземляющее устройство.

Открытые проводящие части электроустановки заземлены. Нейтраль источника изолирована от земли или заземлена через большое сопротивление.

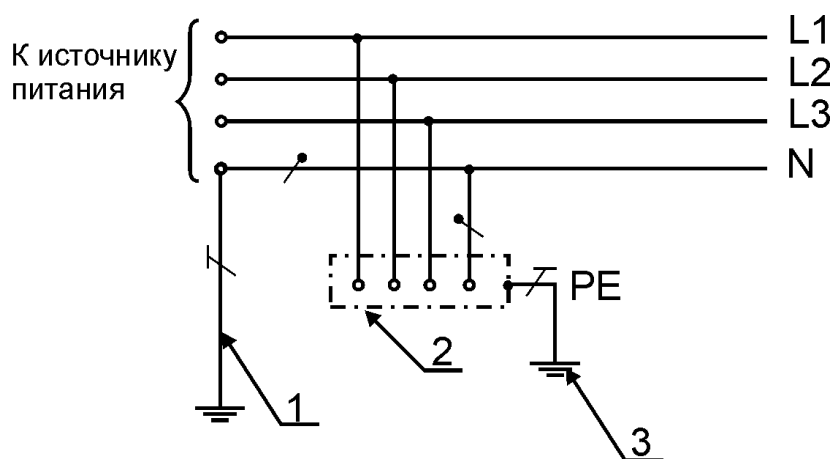


Рис.7. Система TT переменного тока. Вариант 1.

1 – заземлитель нейтрали источника переменного тока; 2 – открытые проводящие части; 3 – заземлитель открытых проводящих частей. Открытые проводящие части электроустановки заземлены при помощи заземления, электрически независимого от заземлителя нейтрали.

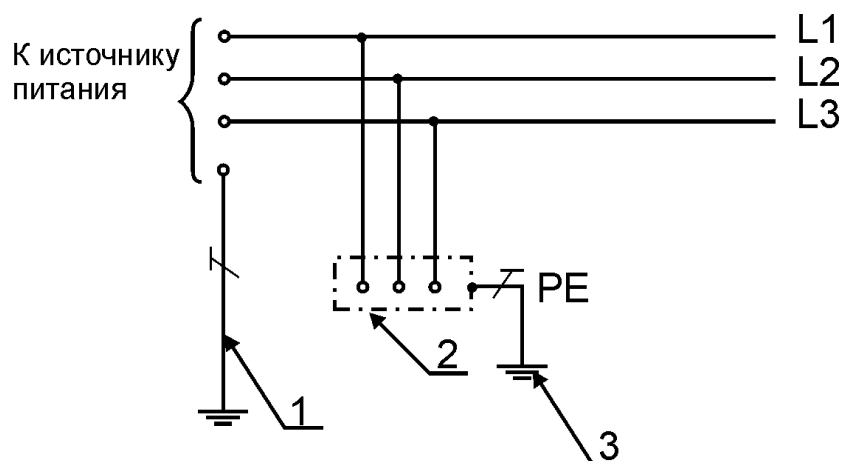


Рис.8. Система *TT* переменного тока. Вариант 2.

- 1 – заземлитель нейтрали источника переменного тока;
- 2 – открытые проводящие части;
- 3 – заземлитель открытых проводящих частей.

Условные обозначения систем расшифровываются следующим образом.

Первая буква – состояние нейтрали источника относительно земли:

T – заземленная нейтраль;

I – изолированная нейтраль.

Вторая буква – состояние открытых проводящих частей относительно земли:

T – открытые проводящие части заземлены, независимо от отношения к земле нейтрали источника питания или какой-либо точки питающей сети;

N – открытые проводящие части присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания.

Последующие (после буквы *N*) буквы – совмещение в одном проводнике или разделение функций нулевого рабочего и нулевого защитного проводников:

S – нулевой рабочий (*N*) и нулевой защитный (*PE*) проводники разделены;

C – функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике (*PEN*-проводник).

Приняты следующие графические обозначения проводников:

N –  – нулевой рабочий (нейтральный) проводник;

$PE - \text{I}$ – защитный проводник (заземляющий проводник, нулевой защитный проводник, защитный проводник системы уравнивания потенциалов);

$PEN - \text{II}$ – совмещенный нулевой защитный и нулевой рабочий проводники.

При монтаже электроустановок правила предписывают применять для защитного проводника (PE) провод в желто-зеленой полосатой изоляции.

В системе $TN-C-S$ во вводно-распределительном устройстве электроустановки совмещенный нулевой защитный и нулевой рабочий проводник PEN разделен на нулевой защитный PE и нулевой рабочий N проводники.

В системе $TN-C-S$ нулевой защитный проводник PE соединен со всеми открытыми проводящими частями и может быть многократно заземлен, в то время как нулевой рабочий проводник N не должен иметь соединения с землей.

Наиболее перспективной для нашей страны является система $TN-C-S$, позволяющая в комплексе с широким внедрением УЗО обеспечить высокий уровень электробезопасности в электроустановках без их коренной реконструкции.

Следует особо рассмотреть правила выполнения системы $TN-C-S$ в системе $TN-C$.

Совмещенный PEN -проводник разделяется на нулевой защитный PE и нулевой рабочий N проводники во вводно-распределительном устройстве (рис. 1.5.8).

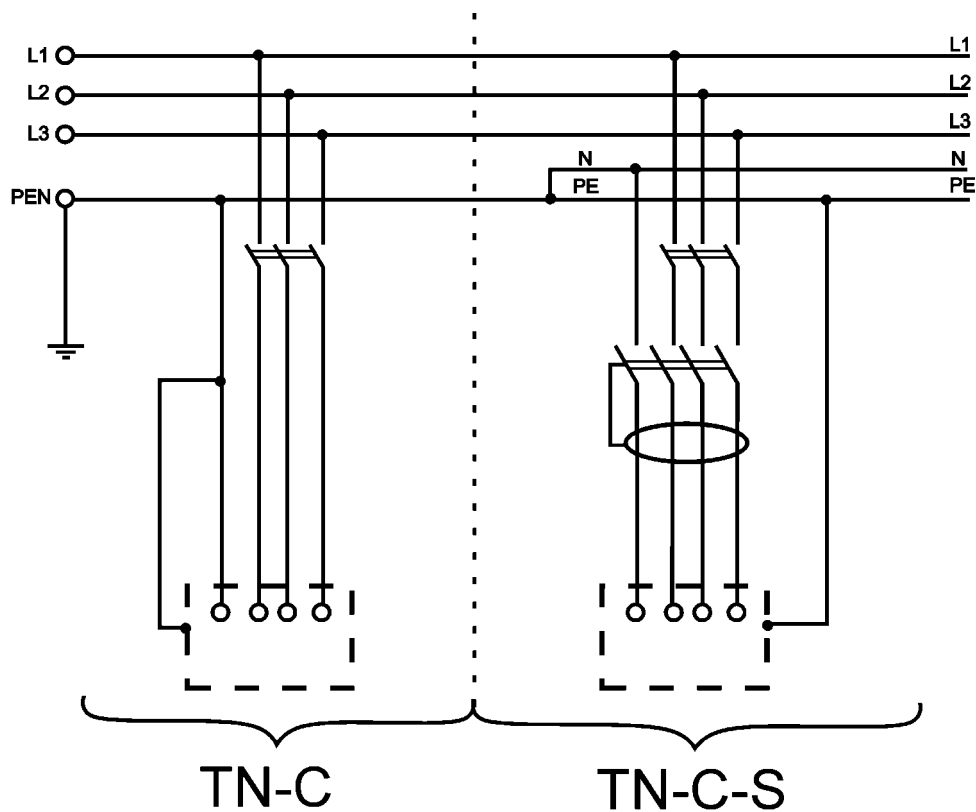


Рис. 9. Выполнение системы заземления TN-C-S

На рис.6 показаны примеры выполнения этого подключения – в этажном или квартирном щитках.

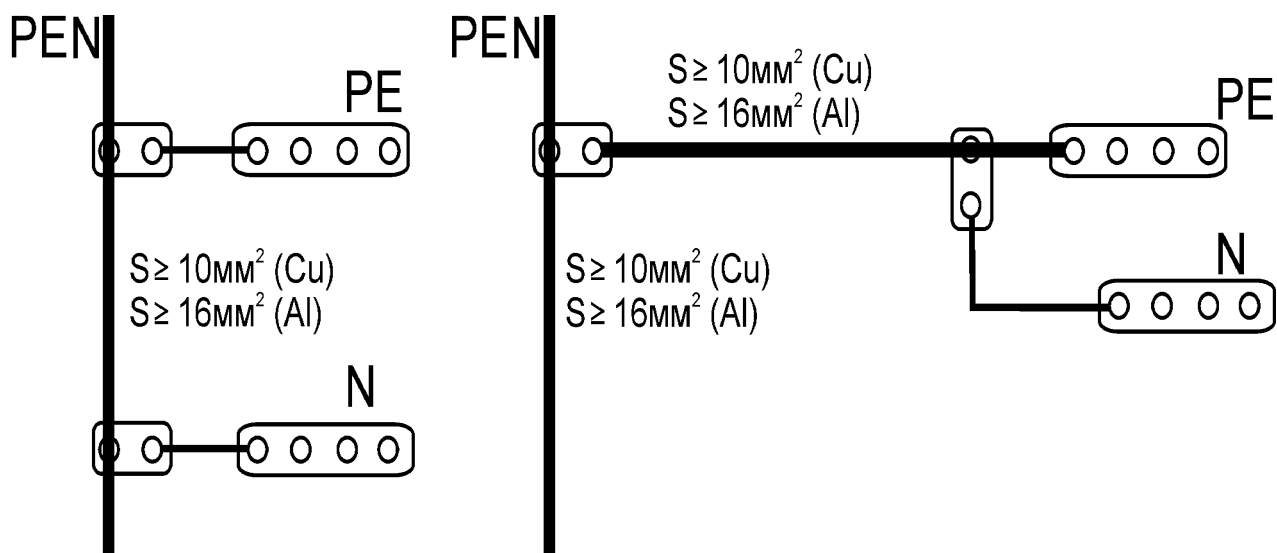


Рис.10. Примеры выполнения подключения проводников PE и N к PEN-проводнику

В 2009 году произошло полное обновление нормативной базы, определяющей требования к системам пожарной сигнализации и пожаротушения, которые в настоящее время массово внедряются в жилых и общественных зданиях: вступил в силу Федеральный закон № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности", введен в действие ГОСТ Р 53325-2009 "Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний". В Своде правил СП 5.13130.2009 "Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования" есть раздел "Электропитание систем пожарной сигнализации и установок пожаротушения" и выпущен отдельный Свод правил СП 6.13130.2009 "Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности". Кроме того, действуют ПУЭ (седьмое издание, 2002 год) – Правила устройства электроустановок, на которые даны ссылки в СП 5.13130.2009. Рассмотрим, какие требования предъявляются в этих документах к источникам питания, попытаемся определить их физический смысл и возможности практической реализации.

Категории электроприемников по надежности электроснабжения

В ПУЭ, глава 1.2, все электроприемники (аппараты, агрегаты и другие потребители электроэнергии) по обеспечению надежности электроснабжения разделены на I-ю, II-ю и III-ю категории, кроме того, в I категории выделена особая группа электроприемников.

К I категории относятся электроприемники, "перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, угрозу для безопасности государства, значительный материальный ущерб, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства, объектов связи и телевидения".

В особую группу I категории включены электроприемники, "бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов и пожаров".

II категория – это "электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей", а все остальные электроприемники включены в III категорию.

По каждой категории электроприемников в ПУЭ определены требования по надежности электроснабжения.

Электроприемники I категории "должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания...", а для электроприемников особой группы I категории "должно предусматриваться дополнительное питание от третьего независимого взаимно резервирующего источника питания", что обеспечивает еще более высокую надежность электропитания.

Электроприемники II категории также "должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания", однако если для I категории должно быть обеспечено автоматическое восстановление питания, то для II категории допускаются перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады.

А для III категории электроснабжение "может выполняться от одного источника питания при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышают 1 суток".

Своды правил СП 5.13130.2009 в п. 15.1 и СП 6.13130.2009 в п. 4.2 указывают, что "по степени обеспечения надежности электроснабжения электроприемники автоматических установок пожаротушения и систем пожарной сигнализации следует относить к I категории согласно Правилам устройства электроустановок, за исключением электродвигателей компрессора, насосов дренажного и подкачки пенообразователя, относящихся к III категории электроснабжения.

1.6 Защита внутренних электрических сетей напряжением до 1000 В и выбор сечения проводников

Современные перегрузки электросети очень значительные. Количество электрических приборов в наших домах переходит все разумные пределы, траты на электроэнергию составляют очень большую статью расхода современного жителя мегаполиса. Мы не можем себе представить жизни без холодильника, телевизора, компьютера, электрочайника, фена, кофемолки, пылесоса и т.д. Чтобы напряжение в сети не зашкалило, не произошло замыкание и другие последствия перегрузки электросети, создано специальное оборудование.

Автоматические выключатели - специальные аппараты, которые способны включать и отключать электроток при нормальном состоянии электрической цепи, а также производить отключение тока в ситуациях, когда это необходимо. Основное предназначение автоматических выключателей состоит в защите кабелей и проводов от короткого замыкания и перегрузки.

. При перегрузке электрической сети срабатывает тепловое реле и автомат отключается. Это происходит настолько быстро, насколько значение протекающего тока было выше номинального.

Первый важный критерий выбора автоматического выключателя - это номинальный ток. Он обычно определяется нагрузкой, которой будет подвержена цепь.

Автоматический выключатель - это контактный коммутационный аппарат, способный включать, проводить и отключать токи при нормальном состоянии электрической цепи, а также включать, проводить в течение определённого устанавливаемого времени и отключать токи в определённом аномальном состоянии цепи электрического тока. Автоматические выключатели электрической сети срабатывают при выходе за установленные пределы значений силы электрического тока, напряжения или частоты.

Автоматические выключатели подразделяются на два вида (А и В), исходя из их применения.

Выбор автоматического выключателя категории А: - расцепитель срабатывает при достижении тока 2-3 номинальных значений (применяются для защиты электропроводок большой протяженности).

Выбор автоматического выключателя категории В: - эти автоматы рассчитаны на срабатывание при достижении тока 3-5 номинальных значений (применяются в жилых зданиях).

По числу полюсов главной цепи автоматические выключатели разделяют на однополюсные, двухполюсные и трехполюсные. Если решили выбрать автоматический выключатель с четырьмя полюсами, знайте - он предназначен для отключения трех фаз и "ноль".

Автоматический выключатель в своем составе имеет следующие основные части:

контактная система с дугогасительной камерой;

электромагнитный и/или тепловой расцепители;

механизм свободного расцепления.

Принцип действия выключателей этого типа. При перегрузках в защищаемой цепи протекающий ток нагревает биметаллическую пластину. При нагреве пластина изгибается и толкает рычаг, воздействующий на механизм свободного расцепления. Выдержка времени отключения уменьшается с ростом тока. При коротком замыкании в защищаемой цепи ток, протекающий через электромагнитную катушку автоматического выключателя, многократно возрастает, соответственно возрастает магнитное поле, которое перемещает сердечник, переключающий рычаг свободного расцепления. В обоих случаях подвижный контакт отходит от неподвижного, аппарат выключается, происходит разрыв цепи, тем самым электрическая цепь защищается от перегрузок и токов короткого замыкания. При перегрузках и токах короткого замыкания отключение автоматического выключателя производится независимо от того, удерживается ли рукоятка управления во включенном положении.

При изготовлении корпуса используются высококачественные негорючие материалы с высокими огнеупорными и противоударными характеристиками и обладающие высокой механической прочностью.

Важнейший показатель качества автоматических выключателей интеграл Джоуля. Интеграл Джоуля автоматического выключателя определяет количество энергии, которую способен пропустить через себя автоматический выключатель до момента отключения тока короткого замыкания.

Номинальные токи тепловых и комбинированных расцепителей автоматических выключателей (или плавких вставок предохранителей) для защиты групповых линий и вводов квартир, включая линии к электроплитам, независимо от места их установки (в шкафу или открыто) должны быть:

16А – для сетей освещения и розеток на ток 6– 10 (16 А);

25А – для линий питания электрической плиты номинальной мощностью до 8 кВт, а также для линий от этажных щитков к квартирным групповым щиткам жилых домов без электроплит;

40 А – для линий от этажных щитков к квартирным групповым щиткам жилых домов с электрическими плитами номинальной мощностью до 8 кВт.



1.7 Электротеплоснабжение в жилых и общественных зданиях.

Применение электротеплоснабжения (электрического отопления и горячего водоснабжения) в жилых и общественных зданиях должно быть согласовано с органами Госэнергонадзора. Для систем стационарного электротеплоснабжения зданий разрешается применение следующих видов нагревательных приборов:

- низкотемпературных сухих и масляных радиаторов,
- греющих панелей,
- электротепловентиляторов,
- аккумуляционных электропечей,
- греющих кабелей,
- электроводонагревателей.

Нагревательные приборы, предназначенные для стационарных систем электротеплоснабжения, должны иметь встроенный терморегулятор или термовыключатель.

Приборы с принудительной конвекцией должны иметь блокировку от отсутствия обдува нагревательных элементов.

Водонагревательные приборы должны иметь блокировку от включения при отсутствии воды или понижении ее уровня и термовыключатель.

Нагревательные приборы должны располагаться таким образом, чтобы к ним был обеспечен свободный доступ для осмотра, ремонта и очистки. Расстояние между электронагревательными приборами и строительными конструкциями должно составлять не менее 25 мм.

Использование нагревательных приборов с непосредственным преобразованием электрической энергии в тепловую в складских помещениях с горючими материалами запрещается. Допускается использование таких нагревателей в помещениях для обслуживающего персонала складов, отделенных от складских помещений стеной.

Нагревательные приборы должны располагаться на негорючих основаниях строительных конструкций. Допускается расположение нагревателей на горючем основании при условии установки между

нагревателем и основанием подложки из негорючего теплоизолирующего материала. Отопительные нагревательные приборы следует располагать преимущественно под оконными проемами.

Нагревательные приборы, используемые в системах электроотопления, должны быть огорожены решетками из негорючих материалов или применены другие конструктивные меры, исключающие попадание предметов обихода непосредственно на прибор.

В проектах систем электротеплоснабжения должны быть указаны размеры нагревательных приборов, способы их установки и крепления.

Температура наружной поверхности элементов системы электротеплоснабжения в наиболее нагретом месте в нормальном режиме работы не должна превышать, °C:

прибор нагревательный отопительный	85
изоляция провода	65
водонагревательный прибор	90

В помещениях общественных зданий, оборудованных автоматическими системами пожаротушения, необходимо предусматривать автоматическое отключение электротеплоснабжения при срабатывании систем тушения пожара.

Расстояние от приборов электроотопления до горючих материалов должно быть не менее, м:

до древесины	0,12
до поливинилхлорида	0,05
до полиэтилена	0,07
до хлопчатобумажной ткани	0,27
до картона	0,25
до древесно-волокнутой плиты	0,26
до волокна вискозного	0,24

Сопротивление изоляции между токоведущими и заземленными частями системы электротеплоснабжения зданий должно быть не менее 0,5 МОм. Номинальная мощность одного отопительного прибора не должна превышать 2

кВт. Питание приборов электротеплоснабжения в жилых домах должно осуществляться по независимым от других электроприемников линиям, начиная от квартирных щитков или вводов в здание. В общественных зданиях питание приборов электротеплоснабжения должно, как правило, быть независимым от других электроприемников, начиная от ВРУ.

Соединение приборов с линиями питания должно быть неразъемным.

Регулирующие устройства должны содержать световую индикацию включенного состояния нагревателей.

Датчики температуры, используемые в системе регулирования, должны иметь возможность изменения уставки. Схема регулирования температуры должна иметь возможность отключения ее от сети в случае блокирования (срыва регулирования).

Устройства регулирования, коммутации и аппараты защиты должны устанавливаться в металлических ящиках (шкафах). Расположение ящиков на горючих основаниях допускается при условии подкладки из негорючих материалов.

Перед вводом систем электротеплоснабжения в жилых домах в эксплуатацию население должно быть проинструктировано о мерах безопасности и порядке их эксплуатации.





Масляный обогреватель



Инфракрасный обогреватель



2. Пожары от электроустановок.

2.1 Статистика пожаров

Статистические данные за 2003 год (использованы данные о пожарах, поступившие в Вычислительный центр ВНИИПО МЧС РФ) показывают, что в Российской Федерации в 2003 году от электротехнических изделий произошло 47 810 пожаров (20% к общему числу пожаров), вследствие которых погибло 2742 человека (14,2%); прямой экономический ущерб составил 1,4 млрд рублей.

Необходимо отметить, что, приведенный в табл. 2.1.1 материальный ущерб является прямым, то есть учитывает только стоимость сгоревших электротехнических изделий, помещений, имущества и не учитывает косвенный ущерб.

Таблица 3

Статистические данные по пожарам от электротехнических изделий за 2003 год

Наименование	Пожары		Прямой ущерб		Погибло		Травмы	
	кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%
Кабель, провод	29 614	61,9	78 6714	56	848	30,9	960	44,3
Электрокамин	5 101	10,7	38 0311	27,1	1149	41,9	447	20,6
Вводной щит	2 822	5,9	71 071	5,1	48	1,8	81	3,7
Выключатель	2 198	4,6	40 610	2,9	61	2,2	98	4,5
Телевизор	1 950	4,1	26 821	1,9	164	6	175	8,1
Электроплитка	1 279	2,7	16 238	1,2	262	9,6	112	5,2
Холодильник	1 258	2,6	27 741	2	26	0,9	56	2,6
Электросветильник	961	2	16 326	1,2	73	2,7	141	6,5
Трансформатор	550	1,2	8 152	0,6	16	0,6	11	0,5
Электрозвонок	422	0,9	3 189	0,2	14	0,5	19	0,9
Магнитофон, приемник	327	0,7	3 839	0,3	20	0,7	21	1
Автовыключатель	299	0,6	4 259	0,3	5	0,2	7	0,3
Электродвигатель	295	0,6	4629	0,3	14	0,5	11	0,5
Электробытовая машина	258	0,5	1822	0,1	15	0,5	11	0,5
Электроутюг	223	0,5	3139	0,2	21	0,8	8	0,4
ЭВМ	117	0,2	3547	0,3	2	0,1	3	0,1
Кондиционер	100	0,2	5027	0,4	1	0	2	0,1
Видеомагнитофон	36	0,1	333	0	3	0,1	3	0,1
Итого по электротехническим изделиям	47 810	20	1 403 770	33,7	2742	14,2	2166	15,4
Всего по России	23 8740	100	4 164 232	100	19 268	100	14 037	100

Наиболее пожароопасными из года в год (более 60% к общему числу пожаров от электроустановок) являются кабельные изделия, для которых характерно неблагоприятное сочетание наличия горючих материалов (электроизоляция, подушки, оболочки кабелей и т.п.) с возникновением, - в аварийных режимах эксплуатации, - источников зажигания (дуговые разряды, раскаленные и горящие частицы металлов в зоне короткого замыкания (КЗ), нагретые электрическим током токопроводящие жилы и детали арматуры и др.).



Рис. 11. Кабельное сооружение и ликвидация пожара

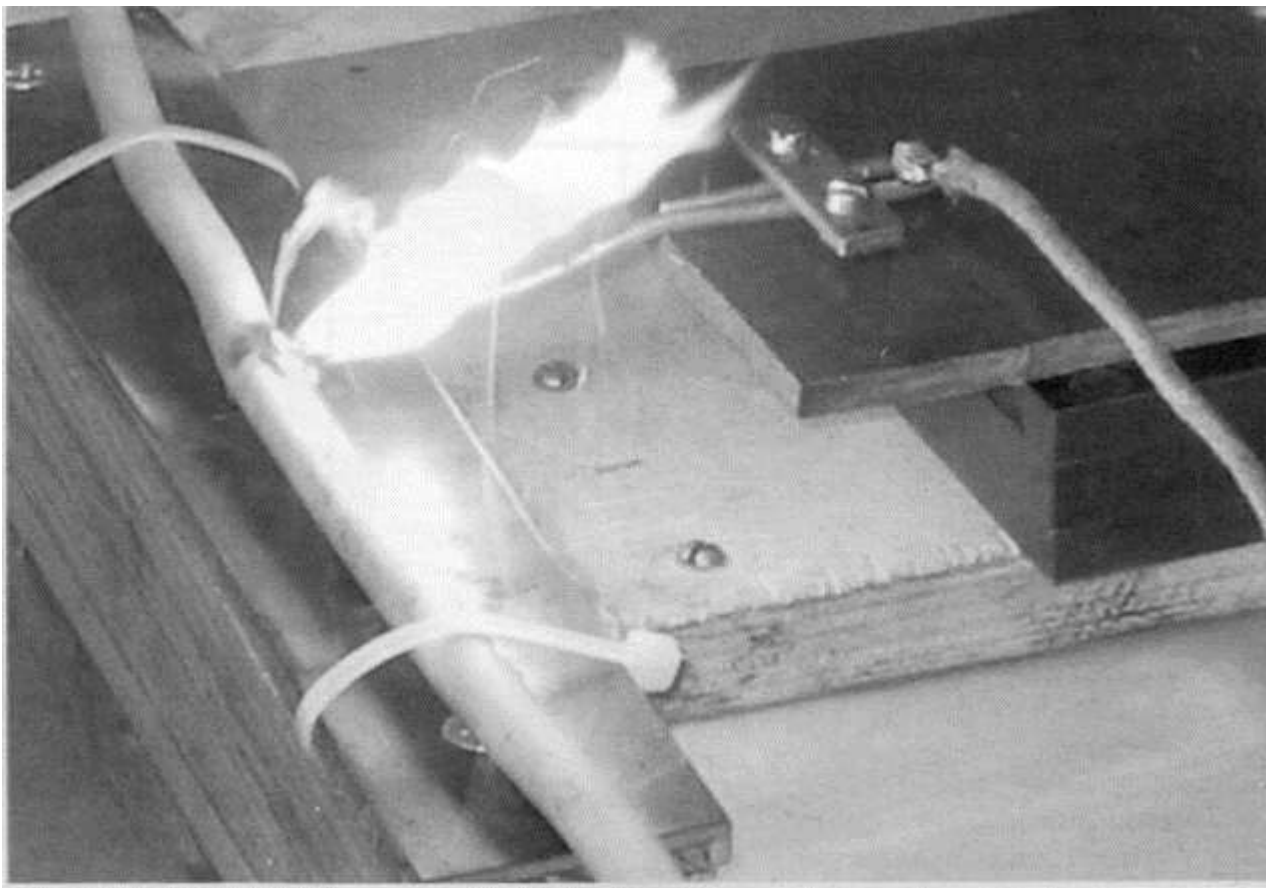


Рис.12. Факел пламени при горении кабеля при испытаниях.

Сущность и характеристика типичных причин пожаров от электроустановок.

Пожарная опасность электрических проводов и кабелей обуславливается возможным образованием в условиях эксплуатации источников зажигания:

- электрических искр,
- дуг,
- нагретых контактных соединений и токоведущих жил,
- частиц расплавленного металла и открытого огня воспламенившейся изоляции,

а также способностью электрических проводов распространять горение вдоль их прокладки.

Каждый из перечисленных источников зажигания характеризуется своими особенностями.

Пожарная опасность нагрева токоведущих жил заключается в опасности загорания изоляции, а также горючих материалов, находящихся в непосредственном контакте с электрической проводкой. Нагрев токоведущих жил может быть:

- локальный,
- местный
- общий.

Локальный нагрев - это такой нагрев, когда линейным размером зоны нагрева можно пренебречь.

Местный нагрев - это нагрев, охватывающий часть длины проводника, а общий - нагрев, охватывающий весь проводник.

Локальный нагрев возникает при КЗ токоведущих жил в точке их касания. Скорость выделения теплоты в контактной точке настолько высока (порядка нескольких десятков тысяч градусов в секунду), что теплота, аккумулированная в токоведущих жилах в зоне КЗ, практически не передается в окружающую среду.

Местный нагрев электропроводов возможен в случае соединения проводов вскрутку без опрессовки. В этом случае процессы нагрева, обуславливаемые местным увеличением переходного сопротивления, проходят медленно.

Общий нагрев токоведущих жил проводов происходит при прохождении тока, по своему значению превышающего номинальный.

Повреждения изоляции в период эксплуатации электроустановок могут происходить по следующим причинам:

1. Электрические:
 - перенапряжения,
 - сверхтоки.
2. Механические:
 - удар, нажим, сдавливание,
 - изгиб,
 - повреждение инородным телом.

3. Воздействие окружающей среды:

- влажность,
- тепло,
- солнечный свет,
- излучение (ультрафиолет),
- старение,
- химическое воздействие.

В первом случае, при правильном выборе параметров автоматического выключателя при КЗ осуществляется отключение электрической сети, тем самым устраняется наиболее опасный режим по условиям возгорания.

Развитие повреждения или старение изоляции во втором и третьем случаях может иметь различный характер и зависит от степени загрязнения, влажности изоляции, интенсивности воздействия внешних факторов, характера ее повреждения.

Развитие КЗ из тока утечки в результате повреждения изоляции происходит следующим образом. В месте микроповреждения изоляции между находящимися под напряжением проводниками начинает протекать крайне малый точечный ток. Под воздействием влажности, загрязнения, проникновения пыли с течением времени образуется проводящий мостик, по которому протекает ток утечки (трекинг).

По мере ухудшения состояния изоляции, начиная со значения тока примерно 1 мА, постепенно происходит обугливание проводящего канала, возникает так называемый «угольный мостик», и в диапазоне от 5 до 50 мА ток уже течет постоянно и постоянно растет.

В зависимости от сечения проводника, материала изоляции и наличия источника зажигания (электрический разряд при нарушении изоляции, протекание тока утечки у поверхности изоляции) ток утечки величиной 90 мА – что соответствует мощности 20 Вт – с высокой вероятностью вызывает возгорание изоляции.

При значениях тока утечки 150 мА, что соответствует мощности 33 Вт, возникает реальная опасность возгорания изоляции за счет нагрева теплом, выделяемым в месте повреждения.

В силу того, что под напряжением сопротивление «угольного мостика» ниже, чем в «холодном» состоянии, процесс носит лавинный характер, ток утечки быстро растет и при значениях 300–500 мА в канале между зернами обугленного материала возникает тлеющий разряд, микродуга, в конечном счете, приводящие к загоранию электрической дуги.

При нагревании электрической изоляции от источника зажигания, в том числе и от токов утечки, изоляция разлагается с образованием горючих продуктов распада. Воспламенение изоляции произойдет при нагреве ее поверхности до такой температуры, при которой скорость выделения с поверхности летучих веществ станет достаточной для возникновения в присутствии источника зажигания и окислителя в воздухе реакции горения в газовой фазе над поверхностью изоляции.

Количественная оценка энергетических параметров пожарной опасности токов утечки в кабельной линии при локальном повреждении изоляции должна учитывать мощность тепловыделения .

Величина предельных значений мощности, при которой начинается процесс термического разложения конструкционных материалов, определяет характеристики уставки тока.

На рис.2.2.1 на примере простой цепи (рис. 2.2.2) показана зависимость мощности, выделяемой в месте дефекта изоляции, от сопротивления изоляции (локального тока утечки).

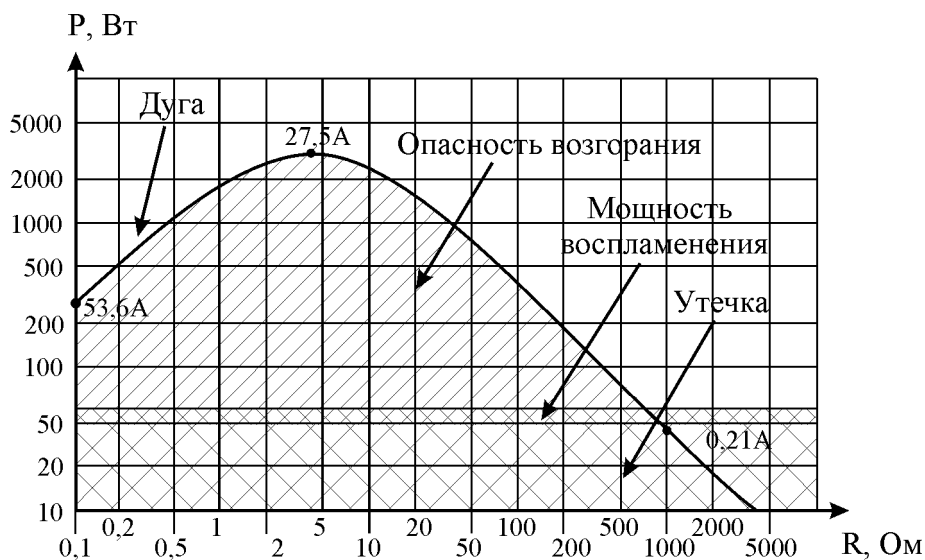


Рис.13. График зависимости мощности возгорания от сопротивления изоляции:

P – мощность, R – сопротивление изоляции

Из графика следует, что уже при сопротивлении изоляции ниже 1000 Ом возможно выделение мощности, достаточной для воспламенения изоляции.

Расчет мощности, выделяемой на сопротивлении изоляции, ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ по следующим формулам:

$$P_{\text{ут}} = I_{\text{ут}}^2 \cdot R_{\Sigma} = U^2 \cdot \frac{R_{\text{из}}}{(R_{\text{з}} + R_{\text{из}})^2} ;$$

$$R_{\Sigma} = R_{\text{з}} + R_{\text{из}} ;$$

$$I_{\text{ут}} = \frac{U_{\text{н}}}{R_{\text{з}} + R_{\text{из}}} ;$$

где: U – напряжение;

$I_{\text{ут}}$ – ток утечки;

$U_{\text{н}}$ –напряжение сети;

$P_{\text{ут}}$ – мощность, выделяемая на сопротивлении изоляции;

R_{Σ} – суммарное сопротивление в цепи утечки;

$R_{\text{из}}$ – сопротивление изоляции (локальное);

$R_{\text{з}}$ – сопротивление заземлителя.

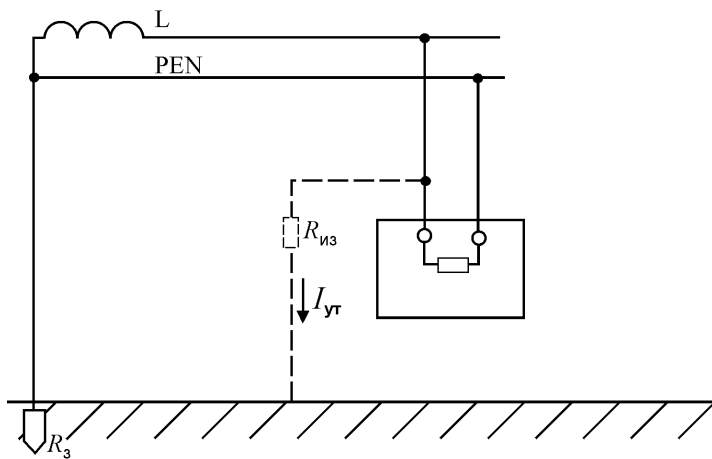


Рис.14. Расчетная схема определения мощности, выделяемой на сопротивление изоляции

L – линия; PEN – совмещенный нулевой защитный и нулевой рабочий проводники.

3. Пожарная опасность проводов и кабелей.

Предел распространения горения - максимальное расстояние в любую сторону от зоны действия внутреннего или внешнего источника зажигания, на которое распространяется горение.

Предел пожаростойкости - минимальное время, в течение которого КЛ выполняет свои функции в условиях пожара.

Кабельная проходка – изделие или сборная конструкция, предназначенные для прохода электрических кабелей (кабельных линий) через стены, перегородки и перекрытия и включающие в себя заделочные материалы и (или) сборные элементы, закладные детали (трубы, короба, лотки и т. п.) и кабельные изделия.

Герметичный кабельный ввод – кабельная проходка (изделие), обеспечивающая герметичное прохождение электрических проводников через стены, перегородки и перекрытия.

Коэффициент снижения допустимого длительного тока – отношение величины допустимого длительного тока для кабеля, находящегося в проходке, к величине допустимого длительного тока для этого же кабеля.

3.1 Требования пожарной безопасности.

Кабельный поток считается удовлетворяющим требованиям пожарной безопасности, если значение вероятности возникновения и развития пожара в нем (с учетом надежности системы пожаротушения) в год не превышает 1×10^{-6} в год.

Основу методики составляет определение вероятности возникновения загорания и вероятности распространения огня по горючему материалу кабелей и проводов.

Вероятность возникновения загорания определяется на основе данных по эксплуатационной надежности электрооборудования, электрической защиты кабелей (проводов). Вероятность распространения огня по трассе оценивается в зависимости от теплоты сгорания кабелей и проводов, занимаемого ими объема и взаимного расположения. Кабельный поток считается удовлетворяющим требованиям пожарной безопасности, если значение вероятности возникновения и развития пожара в нем (с учетом надежности системы пожаротушения) в год не превышает 1×10^{-6} .

Вероятность возникновения пожара Q_{Π} определяется следующим выражением:

$$Q_{\Pi} = Q_3 \cdot Q_p (1 - Q_{ТЗ}),$$

где Q_p – вероятность распространения огня;

Q_3 – вероятность загорания электросети;

$Q_{ТЗ}$ – вероятность тушения кабелей и проводов установкой автоматического пожаротушения.

Вероятность загорания электросети определяется путем определения вероятности появления источника зажигания ($Q_{\text{и}}$) и вероятности возгорания горючего материала при попадании в него источника зажигания ($Q_{\text{в}}$):

$$Q_{\text{з}} = Q_{\text{и}} \cdot Q_{\text{в}}$$

Величина определяется выражением:

$$Q_{\text{и}} = 1 - \prod (1 - Q_{\text{нк}}),$$

где $Q_{\text{нк}}$ – вероятность появления источника зажигания в групповой прокладке из n кабелей от k -го кабеля.

Вероятность $Q_{\text{в}}$ выбирается в зависимости от группы горючести материала или определяется экспериментально.

При определении $Q_{\text{нк}}$ учитывают вероятность возникновения пожароопасного аварийного режима в каждом кабеле (проводе), вероятность наличия пожароопасного диапазона для характерного пожароопасного фактора, вероятность попадания зажигающих частиц в горючую среду объекта, вероятность отказа электрической защиты и возможной неисправности потребителя (нагрузки кабелей) .

При расчете вероятностей распространения огня по групповой прокладке кабелей и проводов ($Q_{\text{р}}$) исходят из теплоты сгорания горючего материала W (для потока кабелей, заключенного в единице длины прокладки), которая определяется выражением:

$$W = \sum_{i=1}^n W_i ,$$

где W_i – теплота сгорания одного погонного метра кабеля i -го типоразмера,

n – общее количество кабелей в прокладке.

Кроме того, определяется численное значение объема V , занимаемого групповой прокладкой кабелей длиной, равной 1 м.

Возможность или отсутствие распространения горения определяется по удельной теплоте сгорания кабельной прокладки J , которая рассчитывается по формуле:

$$J = \frac{W}{V}.$$

Полученное значение удельной теплоты сгорания J сравнивается с установленными экспериментально критическими значениями для соответствующего вида прокладки (вертикального или горизонтального) и количества кабелей.

Во ВНИИПО МЧС России для оценки пожарной опасности кабельных изделий, кабельных линий и электропроводок, в том числе при сертификационных испытаниях, были разработаны также нормативные документы, учитывающие и обобщающие требования отечественных и зарубежных стандартов .

1. ИСПЫТАНИЕ ОДИНОЧНОГО КАБЕЛЯ, ПРОВОДА, ШНУРА на нераспространение горения

2. ИСПЫТАНИЕ КАБЕЛЕЙ И ПРОВОДОВ, ПРОЛОЖЕННЫХ В пучках на нераспространение горения -

3. Испытание кабелей и проводов по определению предела их пожаростойкости.

4. Испытание на огнестойкость кабельных проходок и герметичных кабельных вводов.

3.2 Методы испытаний.

Методы проверки на нераспространение горения

В зависимости от требований к нераспространению горения испытания проводят одним из двух методов:

испытание на нераспространение горения одиночного кабеля, провода, шнура;

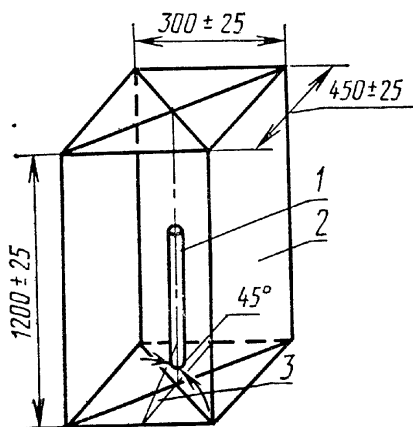
испытание на нераспространение горения кабелей и проводов, проложенных в пучках.

Метод испытания на нераспространение горения кабелей и проводов, проложенных в пучках, применяют для проверки соответствия их указанным требованиям с учетом количества горючей массы.

ИСПЫТАНИЕ ОДИНОЧНОГО КАБЕЛЯ, ПРОВОДА, ШНУРА

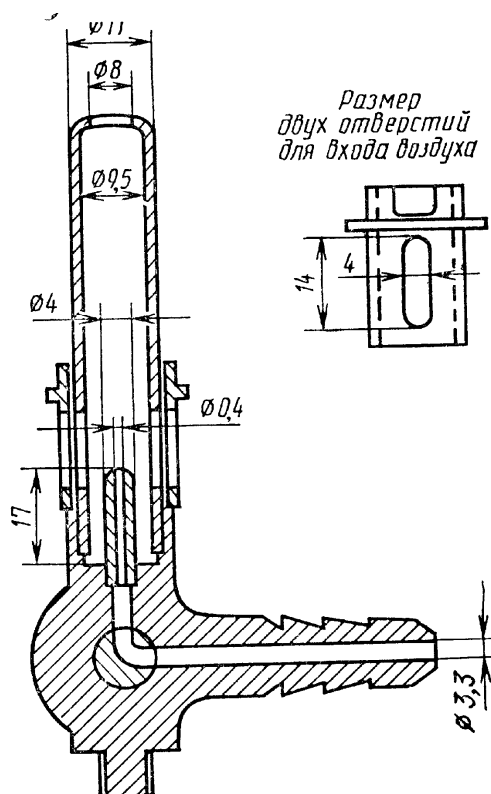
От конца кабеля, провода или шнура отбирают пять образцов длиной (600 ± 25) мм.

Испытательная камера длиной (450 ± 25) мм, шириной (300 ± 25) и высотой (1200 ± 25) мм без передней стенки. Все стенки камеры изготовлены из металла, а дно защищено слоем асбеста или другого теплозащитного материала (черт. 1).



1—образец кабеля; 2—испытательная камера; 3—ось горелки

Черт.3.2. 1



Черт.3.2. 2

Горелки (одна или две) типа Бунзена (внутренний диаметр отверстия сопла должен быть (9 ± 1) мм) или горелка для пропана.

Перед испытанием проверяют пригодность горелки (горелок). Горелки ставят на горизонтальную поверхность камеры так, чтобы сопло было направлено вертикально вверх. Затем регулируют пламя горелки.

Работу горелки проверяют в вертикальном положении. Медную проволоку диаметром $(0,71 \pm 0,025)$ мм длиной не менее 100 мм в горизонтальном направлении перпендикулярно к пламени вводят в пламя на расстоянии приблизительно 10 мм выше конца внутренней синеватой части пламени, так чтобы конец проволоки находился над краем сопла, при этом время плавления проволоки должно быть 4—6 с.

Образец крепится вертикально внутри камеры так, чтобы его нижний конец находился на расстоянии около 50 мм от дна камеры. Ширина зажимов должна быть около 25 мм, а расстояние между внутренними краями зажимов должно составлять (550 ± 25) мм.

При испытании кабельных изделий с внешним диаметром до 50 мм включительно применяют одну горелку, диаметром св. 50 мм — две горелки.

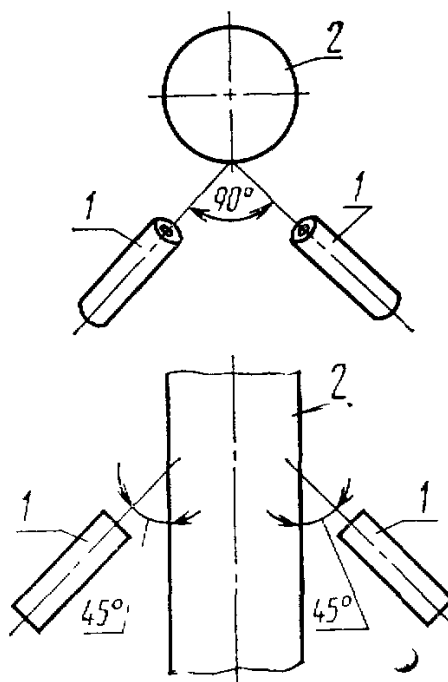
Если в стандартах или технических условиях на конкретные кабельные изделия нет других указаний, то пламя должно действовать на образец в течение времени (T) в секундах, вычисляемого по формуле

$$T = 60 + \frac{M}{25},$$

где M — масса образца длиной 600 мм, г.

Образец кабеля, провода или шнура считают выдержавшим испытание, если после удаления горелки пламя потухает, а после удаления с поверхности образца копоти не будут обнаружены обугленные или поврежденные части на расстоянии не более 50 мм от нижнего края верхнего зажима не менее чем на трех из пяти испытанных образцов. Время затухания образца не регламентируется.

Расположение горелок при испытании



1—горелка; 2—образец

Черт. 3.2.3

ИСПЫТАНИЕ КАБЕЛЕЙ И ПРОВОДОВ, ПРОЛОЖЕННЫХ В ПУЧКАХ

Образец должен состоять из нескольких отрезков кабеля или провода (в дальнейшем—кабеля) длиной (3500 ± 50) мм каждый, закрепленных на металлической лестнице.

Общее число отрезков кабеля в испытуемом образце должно соответствовать одной из трех категорий:

- А число отрезков кабеля в образце должно быть таким, при
— котором объем горючего материала на одном метре образца составляет 7 л;
- В число отрезков кабеля в образце должно быть таким, при
— котором объем горючего материала на одном метре образца составляет 3,5 л;
- С число отрезков кабеля в образце должно быть таким, при
— котором объем горючего материала на одном метре образца составляет 1,5 л.

Объем горючего материала определяют на отрезке испытуемого кабеля длиной не менее 300 мм. Отрезок кабеля отрезают таким образом, чтобы поверхность его торцов была перпендикулярна к оси кабеля для обеспечения возможности точного измерения его длины. Затем отдельно взвешивают горючие материалы всех видов, находящиеся в отрезке. Число отрезков кабеля (n) в образце вычисляют по формуле

$$n = \frac{V}{\sum_{i=1}^N \frac{M_i}{\rho_i}} \cdot 10^{-3},$$

где V — нормированный объем горючего и трудногорючего материала для одного метра образца соответствующей категории, л;

N — число элементов конструкции, выполненных из материалов, за исключением негорючих;

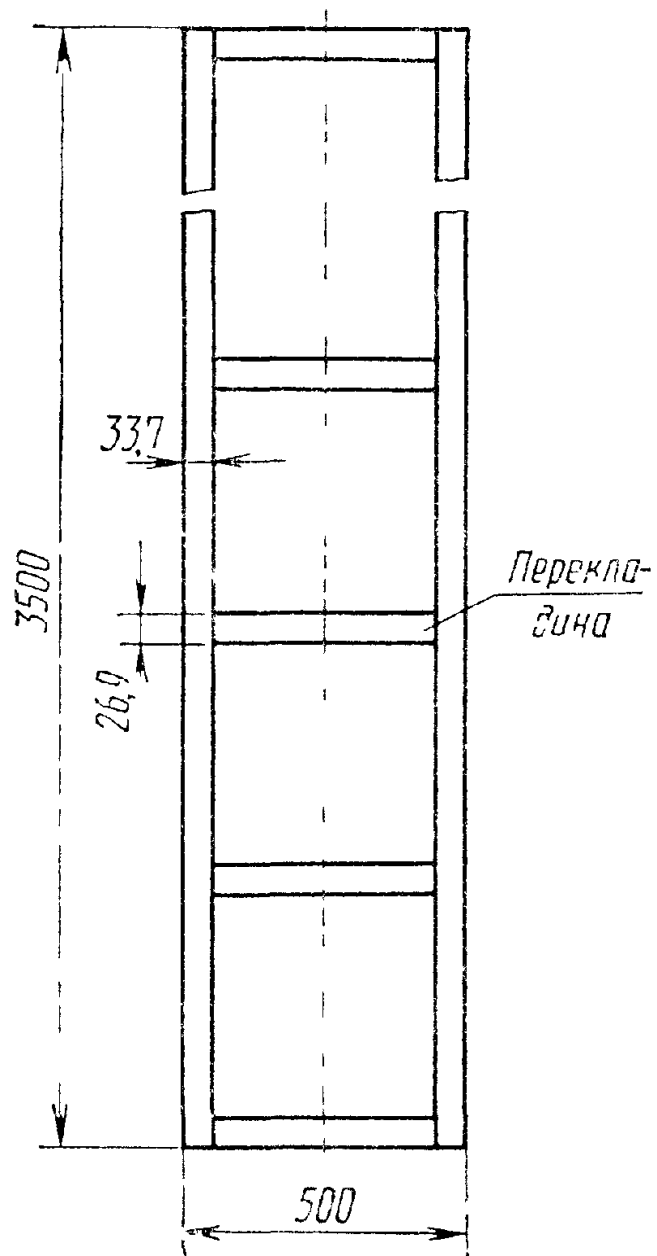
M_i — масса одного метра i -го элемента конструкции кабеля, кг;

ρ_i — плотность материала i -го элемента конструкции кабеля, кг/м³.

Общая ширина прикрепленных образцов кабеля должна быть не более 300 мм. Испытуемый образец должен располагаться по центру лестницы.

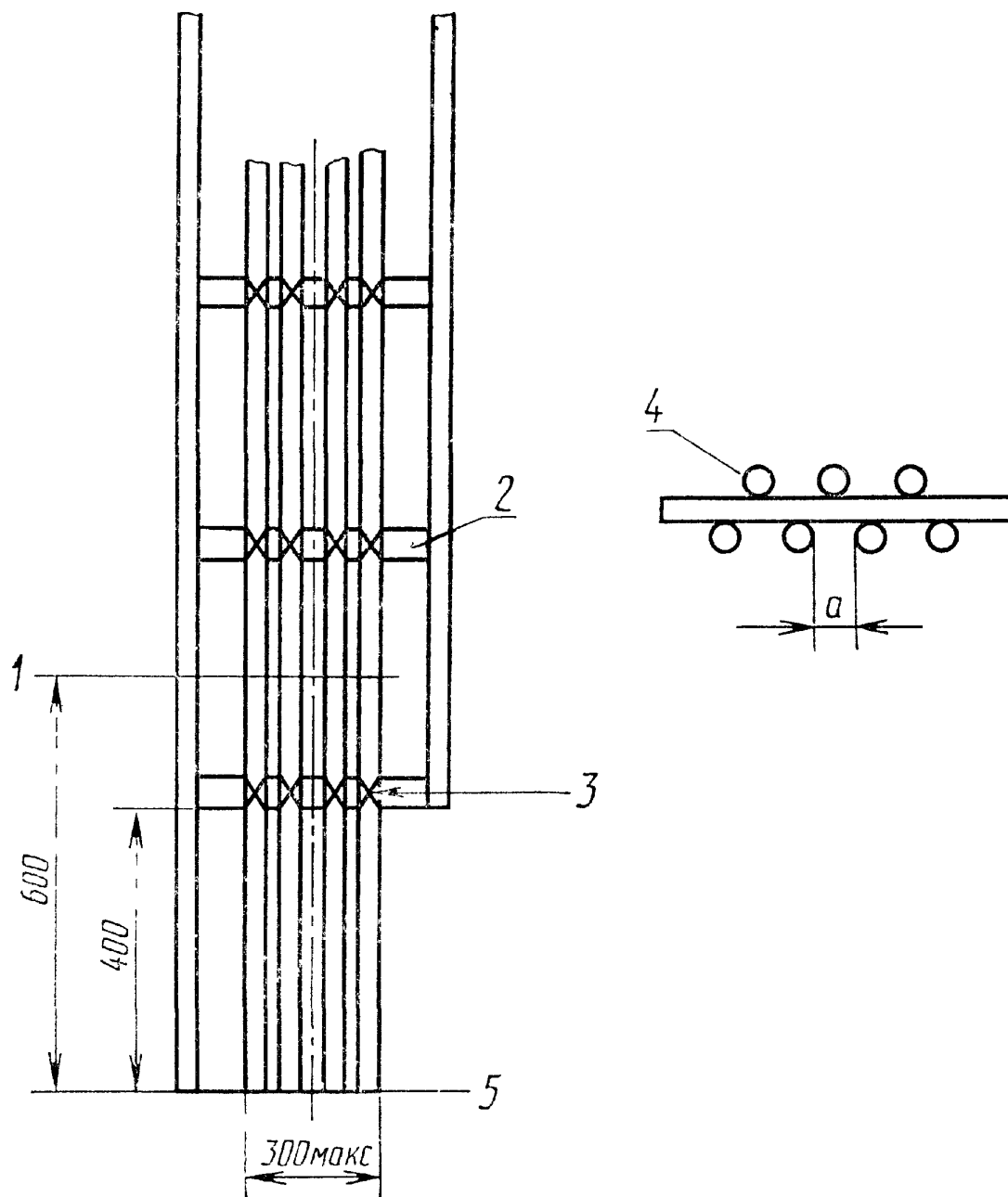
Кабели сечением токопроводящих жил 35 мм² и менее закрепляют без зазора на передней стороне лестницы, т.е. со стороны воздействия горелки, в несколько слоев, при этом кабели должны соприкасаться друг с другом.

Кабели сечением токопроводящих жил более 35 мм² прикрепляют к лестнице с зазором между ними в свету, равным половине наружного диаметра кабеля, но не более 20 мм. Если общая ширина образца превысит 300 мм, то кабели закрепляют, используя обе стороны лестницы: сначала заполняют переднюю сторону, затем — центр задней стороны (черт.3.2. 5).



Черт.3.2 4

Расположение испытуемого образца на лестнице

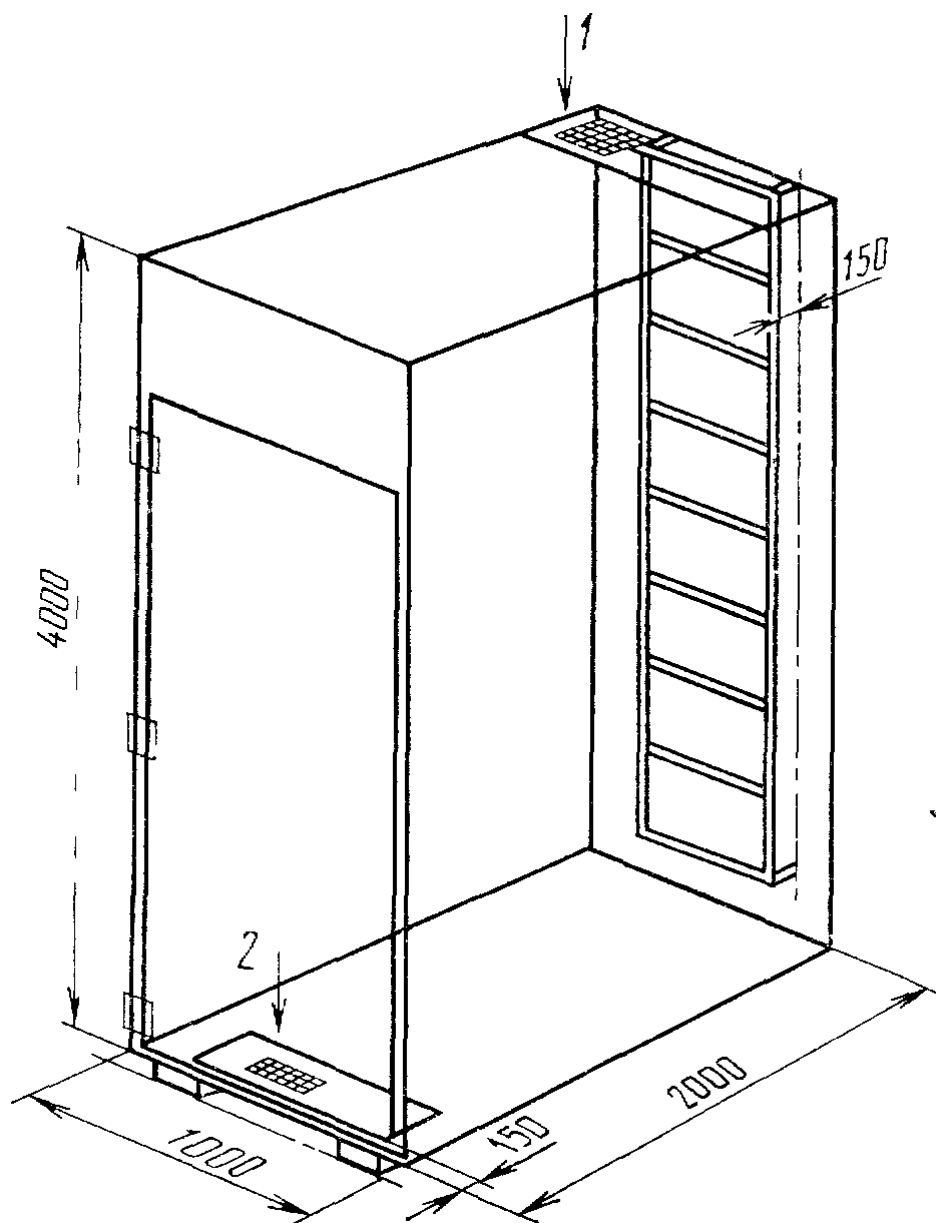


1—центральная линия горелки; 2—круглые стальные перекладки;
 3— стальные проволочные крепления; 4— способ расположения кабелей на
 обеих сторонах лестницы; 5—пол; a —расстояние между закрепленными
 образцами

Черт.3.2. 5

Испытательная установка состоит из вертикальной испытательной камеры (черт.3.2. 6), пол которой должен отстоять на 150 мм от уровня земли.

Испытательная камера имеет в полу на расстоянии 150 мм от передней стенки впускное отверстие для воздуха размером 800X400 мм, а в заднем верхнем углу выпускное отверстие для дыма размером 300X1000 мм.



1— выпускное отверстие для дыма; 2—впускное отверстие для воздуха

Черт.3.2. 6

Стенки камеры выполнены из стальных листов толщиной 1,5—2,0 мм и имеют термоизоляцию толщиной не менее 65 мм с коэффициентом теплопередачи $(0,7 \pm 0,1) \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$ (черт.3.2. 7).

Испытательная камера может иметь приспособление для сбора и очистки дыма. Это приспособление должно быть таким, чтобы сбор дыма, выходящего из камеры, не влиял на скорость прохождения потока воздуха через испытательную камеру.

Источником пламени является газовая горелка ленточного типа, имеющая длину рабочей зоны $(257 \pm 5) \text{ мм}$, ширину $(4,5 \pm 0,5) \text{ мм}$. Горелка обеспечивает

интенсивность тепловыделения $(73,70 \pm 1,68) \cdot 10^6$ Дж/ч; подача воздуха $(4,60 \pm 0,28)$ м³/ч. Указанный параметр контролируется ротаметром по расходу газа и воздуха. В качестве топлива использован пропан или другой газ при условии обеспечения требуемой интенсивности тепловыделения, которая рассчитывается в зависимости от теплоты сгорания газа и расхода его в единицу времени.

Горелка устанавливается горизонтально на расстоянии (75 ± 10) мм от передней поверхности образца и около 600 мм над полом испытательной камеры. Точка приложения пламени находится между перекладинами на расстоянии не менее 500 мм от нижнего конца образца.

Время действия пламени на образец должно быть 40 мин для категорий А и В, и 20 мин — для категории С.

После прекращения горения или через 1 ч после удаления пламени кабеля следует потушить, вытереть и измерить длину поврежденной пламенем части.

Кабели считают выдержавшими испытания по соответствующей категории, если обугленная или поврежденная пламенем часть образца, измеренная над нижним концом горелки с обеих сторон лестницы, не превышает 2,5 м.

3.3 Показатели пожарной опасности и критерии оценки.

Классы пожарной опасности кабелей и проводов должны соответствовать указанным в таблице 4

Показатель пожарной опасности		Обозначение (код) показателя пожарной опасности	Критерий оценки	Величина критерия оценки показателя пожарной опасности
Предел распространения горения одиночным кабелем (проводом)		ПРГО 1 ПРГО 2	Расстояние от нижнего края верхнего зажима до верхней границы поврежденной части образца, мм	$\geq 50,0$ $< 50,0$
Предел распространения горения пучком кабелей (проводов)		ПРГП 1 ПРГП 2 ПРГП 3 ПРГП 4	Длина сгоревшей (обуглившейся) части образца пучка кабелей (проводов), м	$< 2,5$ по категории А $> 2,5$ по категории А, но $< 2,5$ по категории В $> 2,5$ по категории В, но $< 2,5$ по категории С $> 2,5$ по категории С
Предел пожаростойкости кабеля (провода)		ППСТ 1 ППСТ 2 ППСТ 3 ППСТ 4 ППСТ 5 ППСТ 6 ППСТ 7	Время до пробоя изоляции образца кабеля (провода) в условиях пожара, ч	$> 3,0$ $> 2,5$ $> 2,0$ $> 1,5$ $> 1,0$ $> 0,5$ $< 0,5$

В обозначении класса пожарной опасности первым показателем ставится предел распространения горения (О1 или О2 для кабельного изделия, испытанного одиночно, или П1–П4 для кабельного изделия, испытанного пучком), вторым – предел пожаростойкости.

В обозначении марки кабеля индекс "нг" присваивается при условии, что данная марка кабеля соответствует классу ПРГП1 по пределу распространения горения.

Определение предела пожаростойкости кабелей и проводов

Для испытаний по определению предела пожаростойкости кабелей и проводов подготавливают 5 образцов кабеля (провода). Длина образца должна составлять (1200 ± 5) мм. С обоих концов образцов на участках длиной (100 ± 5) мм удаляют оболочку. На одном из концов токопроводящих жил снимают изоляцию, токопроводящие жилы объединяют параллельно в две равные группы и подготавливают для подключения к источнику питания. Если кабель имеет нечетное количество токопроводящих жил, то одна из групп содержит на одну жилу больше. На другом конце образца токопроводящие жилы должны быть разведены в стороны для предотвращения короткого замыкания между ними.

Установка для проведения испытаний должна состоять из газовой горелки, устройства, поддерживающего образец в процессе испытания, и высоковольтного источника питания переменного напряжения, частотой (50 ± 5) Гц.

Источник питания присоединяют к испытываемому образцу через защитное устройство с током срабатывания не более 0,1 А.

Источником теплоты служит пламя трубчатой газовой горелки, имеющей на участке длиной (610 ± 2) мм 61 отверстие диаметром $(1,8 \pm 0,1)$ мм и обеспечивающей одновременный и равномерный прогрев всей рабочей поверхности кабельного изделия.

Образец кабеля закрепляют в поддерживающем устройстве горизонтально, параллельно газовой горелке. Нижняя поверхность образца должна находиться над горелкой на расстоянии (75 ± 5) мм.

Образец подключают к источнику питания и подают номинальное напряжение. Зажигают газовую смесь горелки и фиксируют время до срабатывания устройства защитного отключения. Пламя газовой горелки и испытательное напряжение должны быть приложены к образцу непрерывно до срабатывания устройства защитного отключения.

Предел пожаростойкости кабеля (провода) определяют как среднее арифметическое значений времени, полученных при проведении пяти испытаний .





3.4 КЛАССИФИКАЦИЯ И МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

Пожарная безопасность КЛ определяется следующими показателями:

пределом распространения горения;

пределом пожаростойкости.

В зависимости от значений показателей пожарной опасности кабельные линии подразделяют на следующие классы:

а) по пределу распространения горения:

ПРГ1 - кабельные линии, предел распространения горения которых ограничен зоной действия источника зажигания;

ПРГ2 - кабельные линии, распространение горения которых происходит по всей длине линии;

б) по пределу пожаростойкости:

ПО1 - кабельные линии с пределом пожаростойкости менее 30 мин;

ПО2 - кабельные линии с пределом пожаростойкости не менее 30 мин;

ПО3 - кабельные линии с пределом пожаростойкости не менее 60 мин;

ПО4 - кабельные линии с пределом пожаростойкости не менее 90 мин;

ПО5 - кабельные линии с пределом пожаростойкости не менее 120 мин;

ПО6 - кабельные линии с пределом пожаростойкости не менее 150 мин;

ПО7 - кабельные линии с пределом пожаростойкости не менее 180 мин.

В обозначении кабельной линии первым ставят класс по пределу распространения горения, вторым - класс по пределу пожаростойкости.

3.5 МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ КАБЕЛЬНЫХ ПРОХОДОВ И ГЕРМЕТИЧНЫХ КАБЕЛЬНЫХ ВВОДОВ

Нормы пожарной безопасности регламентируют методы испытаний конструкций электрических кабельных проходов и герметичных кабельных вводов на огнестойкость.

Методы испытаний распространяются на:

электрические кабельные проходки через стены и перегородки;

проходки кабелей через перекрытия;

герметичные кабельные вводы.

Испытательная печь обеспечивает возможность испытания образцов конструкций проектных проходов и отвечает требованиям ГОСТ 30247.0-94 в той части, которая не затрагивает специфику испытания кабельных проходов.

Стендовое оборудование (рисунок 3.5.1) включает в себя:

испытательную печь (5) с системами подачи топлива, его сжигания и создания избыточного давления; при необходимости (для поддержания требуемого температурного режима) допускается использование электрических нагревателей;

системы измерения и регистрации электрических параметров, температурного режима и избыточного давления в печи и герметичных кабельных вводах.

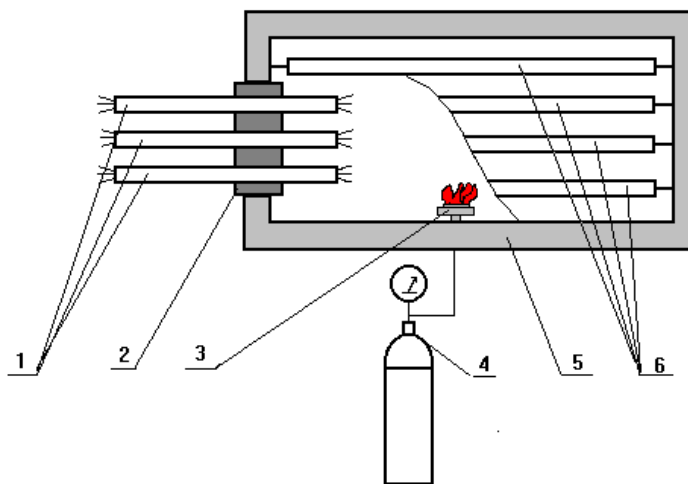


Рисунок 13. Схема экспериментальной установки:

- 1 – испытываемые образцы электрических кабелей; 2 – кабельная проходка;
 3 – газовая горелка; 4 – баллон с газом; 5 – корпус нагревательной камеры;
 6 – карбидокремниевые стержни

Внутренние размеры нагревательной камеры должны быть не менее: длина (710 ± 20) мм, ширина (840 ± 20) мм, высота (850 ± 20) мм.

Нагревательная камера сверху закрывается металлической крышкой с теплоизолирующей прокладкой, которая при испытаниях вертикальных проходок заменяется плитой с проемом не менее 400x400 мм.

Стандартный температурный режим в печи создается комбинированным нагревом: излучением от карбидокремниевых электронагревателей (6), включенных в электросеть 380 В, и тепловыделением от регулируемой газовой горелки (3). Поддержание стандартного температурного режима достигается изменением расхода газа, подаваемого в газовую горелку.

Для измерения температуры нагрева элементов кабельной проходки используют ХА-термоэлектрические преобразователи с диаметрами электродов от 0,5 до 0,75 мм.

В проходках должны быть проложены кабели марок, предусмотренных проектом на кабельную линию.

Длина выходящих из проходки кабелей с обеих сторон должна быть не менее 0,5 м.

Герметичные кабельные вводы перед их испытаниями дополнительно проверяют на герметичность и целостность вмонтированных в них электрических проводов и кабелей

Все виды кабельных проходок, как правило, испытывают на двух образцах.

Вертикальные кабельные проходки при испытании должны обогреваться с нижней стороны, в необходимых случаях¹ свойства проходки должны быть изучены и при нагреве ее сверху.

Герметичные кабельные вводы, как правило, испытывают в горизонтальном положении .

В процессе испытаний фиксируют температуры нагрева конструктивных элементов проходки (лотков, коробов, труб и т. п.), кабелей и визуальные признаки изменения состояния кабельных оболочек и материала заделки.

При испытании кабельных проходок на огнестойкость различают следующие предельные состояния :

- потеря теплоизолирующей способности (I) вследствие повышения температуры на необогреваемой поверхности заделочного материала выше 140 °С.

- потеря целостности материала заделки (E) в результате образования в конструкции проходки сквозных трещин или отверстий, через которые на необогреваемую поверхность проникают продукты горения и пламя.

- достижение критической температуры нагрева материала оболочек кабелей в необогреваемой зоне проходки (T), составляющей:

 - для ПВХ 145 °С;

 - для резины 120 °С;

 - для полиэтилена 110 °С.

Обозначение предела огнестойкости кабельной проходки состоит из условных обозначений нормируемых предельных состояний и цифры, соответствующей времени достижения одного из этих состояний (первого по времени) в минутах.

¹

Оценка герметичности кабельных вводов проводится перед и в процессе их испытаний на огнестойкость.

Оценка целостности электрических цепей герметичных кабельных вводов проводится до и после их испытаний на огнестойкость.

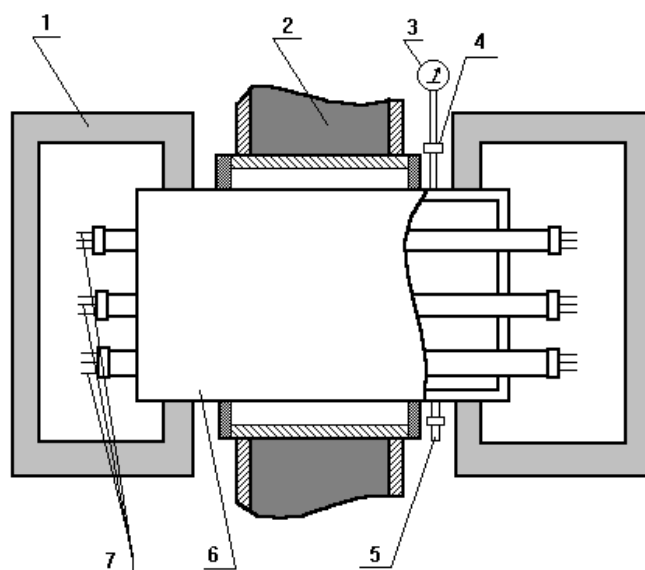


Рисунок 14. Схема герметичного кабельного ввода:

1 – защитный кожух; 2 – стена герметичного помещения; 3 – манометр;
4 – штуцер; 5 – штуцер испытательный; 6 – корпус;
7 – токопроводящие жилы

Герметичный кабельный ввод считается выдержавшим испытания , если также отсутствуют:

- внешние признаки разрушения конструктивных элементов;
- протечка воздуха (падение давления);
- короткие замыкания между токопроводящими жилами;
- короткие замыкания между корпусом ввода и токопроводящими жилами.

3.6 АРМАТУРА ЭЛЕКТРОМОНТАЖНАЯ.

Материалы, конструктивные элементы и изделия ЭА должны обладать следующими противопожарными свойствами:

- теплостойкостью;
- стойкостью к воздействию нагретой проволоки;
- стойкостью к воздействию открытого пламени;
- стойкостью к воздействию теплоты, выделяемой в переходном сопротивлении контактных соединений;
- стойкостью к распространению горения при одиночной и групповой прокладке.

Метод испытания неметаллических материалов на стойкость к давлению шариком

Образец следует вырезать из готовой продукции так, чтобы его толщина была не менее 2,5 мм и поверхности были плоскопараллельными.

В термокамеру на подставке помещают шарик диаметром 5 мм и в течение 24 ч поддерживают в ней температуру:

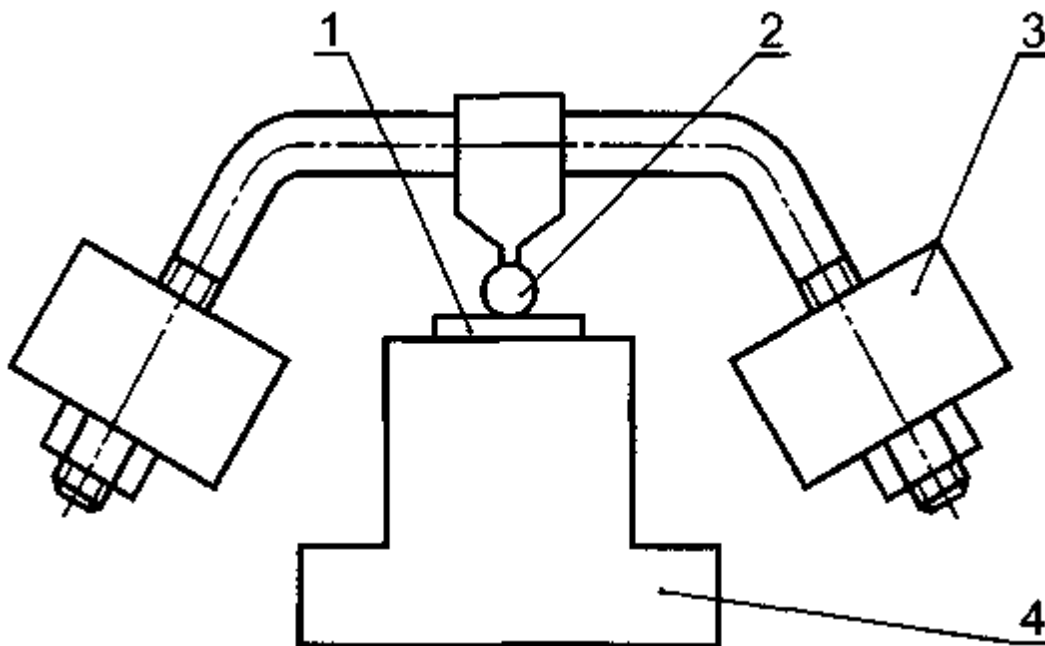
125 °С – для элементов ЭА, удерживающих токопроводящие части, а также применяемых в качестве дополнительной или усиленной изоляции;

75 °С – для наружных частей электромонтажной погонажной арматуры (далее – ЭПА).

Образец размещают в термокамере на подставке таким образом, чтобы его верхняя поверхность находилась в горизонтальном положении, кладут на нее шарик и давят на него с силой 20 Н.

Через (60 +2) мин образец удаляется из тепловой камеры и погружается на 10 с в воду комнатной температуры для охлаждения, после чего следует удалить следы влаги.

Диаметр отпечатка шарика не должен превышать 2 мм.



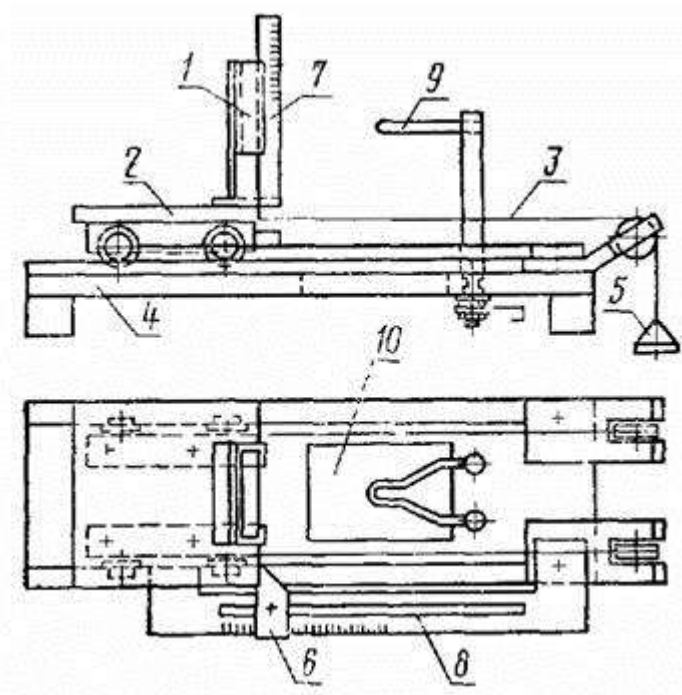
**Метод испытания материала электромонтажной арматуры на
стойкость к зажиганию
(испытание нагретой проволокой)**

Температура проволоочной петли должна составлять:

$(850 \pm 10) ^\circ\text{C}$ – для элементов ЭА, удерживающих кабели и провода в определенном положении и служащих для их крепления к корпусу ЭА;

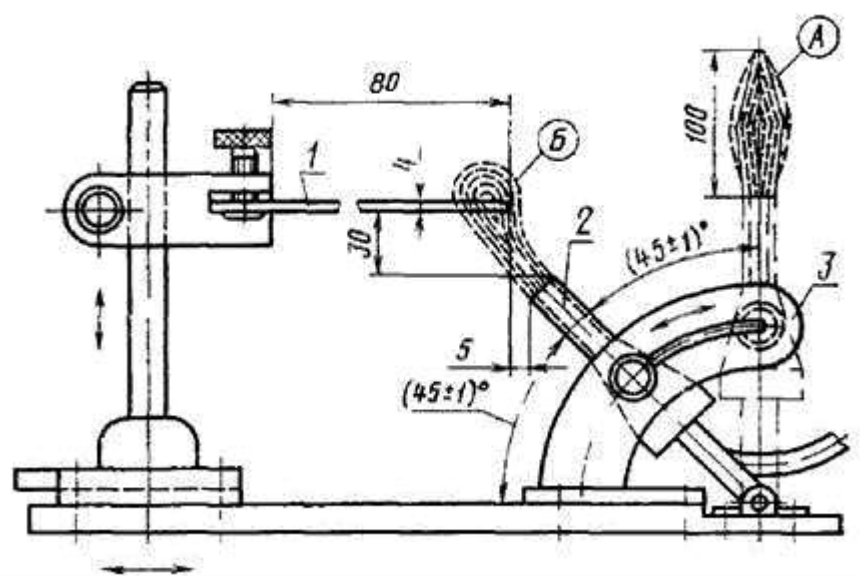
$(950 \pm 10) ^\circ\text{C}$ – для элементов ЭА, непосредственно контактирующих с токопроводящими частями, и для материалов, из которых изготовлены корпуса ЭПА.

Образец считают выдержавшим испытание, если отсутствует открытое пламя или горение и свечение образца продолжается не более 30 с после устранения источника зажигания.



**Метод испытания материала электромонтажной арматуры на стойкость к воспламенению
(воспламенение от горелки Бунзена)**

Материал должен соответствовать категории ПВ-0.





Метод испытания материала электромонтажной арматуры на стойкость к воздействию теплоты, выделяемой в контактных соединениях

Значения экспериментальной мощности нагревательной спирали выбираются по допустимому длительному току нагрузки для кабельных изделий максимального сечения, предназначенных для присоединения к контактным зажимам арматуры.

Образец считают выдержавшим испытание, если отсутствует открытое пламя и свечение образца или пламя затухает в течение времени, не превышающего 30 с после его воспламенения.

Метод испытания образцов ЭПА с уложенными в них кабельными изделиями на стойкость к распространению горения при групповой прокладке

Длина образца для испытаний должна быть равна (3500 ± 50) мм. Для испытаний ЭПА определенного типоразмера, предназначенной в соответствии с нормативной документацией для одиночной прокладки, готовят один образец.

Для испытаний ЭПА, предназначенной в соответствии с нормативной документацией для групповой прокладки, количество подготавливаемых образцов

определенного типоразмера длиной (3500 ± 50) мм должно быть равно трем. Их следует крепить проволокой к внешней стороне лестницы на расстоянии 20 мм друг от друга.

В случае, если способ прокладки ЭПА не определен нормативными документами, готовят три образца и проводят испытания ЭПА на распространение горения в групповой прокладке.

Время воздействия горелки при испытаниях должно быть равно 20 мин. Испытание заканчивается после полного прекращения самостоятельного горения образца (образцов).

По завершении испытания следует измерить длину поврежденной пламенем части образца (образцов) над нижним концом горелки.

Образцы ЭПА определенного типоразмера следует считать выдержавшими испытание на стойкость к распространению горения, если длина обугленной или поврежденной пламенем части внешней поверхности закрепленного на лестнице образца (образцов), измеренная над нижним концом горелки, не превышает 2,5 м и на ней отсутствуют сквозные прогары.

4. Пожарная опасность электротехнических изделий.

4.1 Оценка пожарной опасности электротехнических изделий.

Вероятность возникновения пожара от (в) электрического или другого единичного технологического изделия или оборудования при их разработке и изготовлении не должна превышать значения 10^{-6} в год.

Характерный аварийный пожароопасный режим (далее – характерный пожароопасный режим) электротехнического изделия – это такой режим работы, при котором нарушается соответствие номинальных параметров и нормальных условий эксплуатации изделия или его составных частей, приводящий его к выходу из строя и создающий условия возникновения загорания.

Характерный пожароопасный режим устанавливают в ходе предварительных испытаний.

В зависимости от вида и назначения изделия характерные испытательные пожароопасные режимы создают путем:

- увеличения силы тока, протекающего через исследуемое электрическое изделие или его составную часть (повышение напряжения, короткое замыкание, перегрузка, двухфазное включение электротехнических устройств трехфазного тока, заклинивание ротора или других подвижных частей электрических машин и аппаратов и др.);

- снижения эффективности теплоотвода от нагреваемых электрическим током деталей и поверхностей электрических устройств (закрытие поверхностей горючими материалами с малым коэффициентом теплопроводности, отсутствие жидкости в водоналивных приборах, выключение вентилятора в электрокалориферах и теплоэлектровентиляторах, понижение уровня масла или другой диэлектрической жидкости в масло-наполненных установках, снижение уровня жидкости, используемой в качестве теплоносителя, и др.);

- увеличения переходного сопротивления (значение падения напряжения, выделяющейся мощности) в контактных соединениях или коммутационных элементах;

- повышения коэффициента трения в движущихся (вращающихся) элементах (имитация отсутствия смазки, износ поверхностей и т. п.);

- воздействия на детали электроустановок электрических дуг (резкое перенапряжение, отсутствие дугогасительных решеток, выход из строя элементов, шунтирующих дугу, круговой огонь коллектора);

- сбрасывания раскаленных (горящих) частиц, образующихся при аварийных режимах в электроустановках, на горючие элементы (части от оплавления никелевых электродов в лампах накаливания, частиц металлов, образующихся при коротких замыканиях в электропроводках, и т. п.);

-расположения горючих материалов в зоне радиационного нагрева, создаваемого электроустановками;

пропускания тока по конструкциям и элементам, которые нормально не обтекаются током, но могут им обтекаться в аварийных условиях;

-создания непредусмотренного условиями работы, но возможного в аварийном режиме нагрева за счет электромагнитных полей.

Вероятность возникновения пожара в (от) электрических изделиях и условия пожаробезопасности записывают следующим выражением:

$$Q_{\text{п}} = Q_{\text{п.р}} \cdot Q_{\text{п.з}} \cdot Q_{\text{н.з}} \cdot Q_{\text{в}} \leq 10^{-6},$$

где $Q_{\text{п.р}}$ – вероятность возникновения характерного пожароопасного режима в составной части изделия (возникновения КЗ, перегрузки, повышения переходного сопротивления и т. п.), 1/год;

$Q_{\text{п.з}}$ – вероятность того, что значение характерного электротехнического параметра (тока, переходного сопротивления и др.) лежит в диапазоне пожароопасных значений;

$Q_{\text{н.з}}$ – вероятность несрабатывания аппарата защиты (электрической, тепловой и т. п.);

$Q_{\text{в}}$ – вероятность достижения горючим материалом критической температуры или его воспламенения.

За положительный исход опыта в данном случае в зависимости от вида электрического изделия принимают: воспламенение, появление дыма, достижение критического значения температуры при нагреве и т. п.

Вероятность возникновения характерного пожароопасного режима $Q_{\text{п.р}}$ определяют статистически по данным испытательных лабораторий предприятий-изготовителей и эксплуатационных служб.

Вероятность $Q_{\text{н.з}}$ рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{н.з}} = \lambda_{\text{п}} \cdot t.$$

λ_p – рабочая (аппаратная) интенсивность отказов защиты (определяется по теории надежности технических систем), 1/ч;

Характерный пожароопасный режим изделия определяется значением электротехнического параметра, при котором возможно появление признаков его загорания. Например, характерный пожароопасный режим – короткое замыкание (КЗ)- характерный электротехнический параметр этого режима – значение тока КЗ. Зажигание изделия возможно только в определенном диапазоне токов КЗ. В общем виде:

$$Q_{п.з} = N_{п}/N_{з},$$

где $N_{п}$, $N_{з}$ – соответственно диапазоны пожароопасных и возможных в эксплуатации значений характерного электротехнического параметра.

Вероятность Q_v положительного исхода опыта (воспламенения, появления дыма или достижения критической температуры) определяется после проведения лабораторных испытаний в условиях равенства $Q_{п.р} = Q_{н.з} = Q_{п.з} = 1$;

$$Q_v = \frac{3 + 1,3m}{n + 2},$$

где m – число опытов с положительным исходом;

n – число опытов.

В случае $m \geq 0,76 (n - 1)$ принимают $Q_v = 1$.

В качестве критической температуры, в зависимости от вида изделия, условий его эксплуатации и возможных источников зажигания может быть принята температура, составляющая 80 % температуры воспламенения изоляционного (конструкционного) материала.

4.2 Светильники.

Нормы устанавливают требования пожарной безопасности к светотехнической продукции, методы испытаний и порядок их проведения. Рассматриваются:

-Требования к конструкции.

-Требования к электроизоляционным и конструкционным пластическим материалам.

-Требования к установке.

Проведения испытаний включает в себя три этапа.

Первый этап - испытания электроизоляционных и конструкционных материалов, применяемых в светильнике:

-испытания на теплостойкость к воздействию давлением нагретого шарика

.

-испытания на стойкость к воспламенению пламенем горелки.

-испытания на стойкость к воспламенению нагретой проволокой

-испытания на стойкость к воспламенению от горелки с игольчатым пламенем.

-испытания по определению трекинговой стойкости .

Второй этап - испытания комплектующих элементов светильника или его узлов:

-испытания ПРА люминесцентных светильников .

-испытания на стойкость к плохому контакту для комплектующих элементов, содержащих контактные соединения под винт (патроны резьбовые для ламп накаливания, патроны для люминесцентных ламп и стартеров, клеммные колодки).

-испытания электродвигателя .

-испытания трансформатора .

Третий этап - испытания изделий в характерных пожароопасных режимах.:

Светильник считается пожаробезопасным, если он выдержал все испытания.

Метод испытания на теплостойкость к воздействию давлением нагретого шарика

Испытания проводят в термокамере, в которой поддерживают температуру:

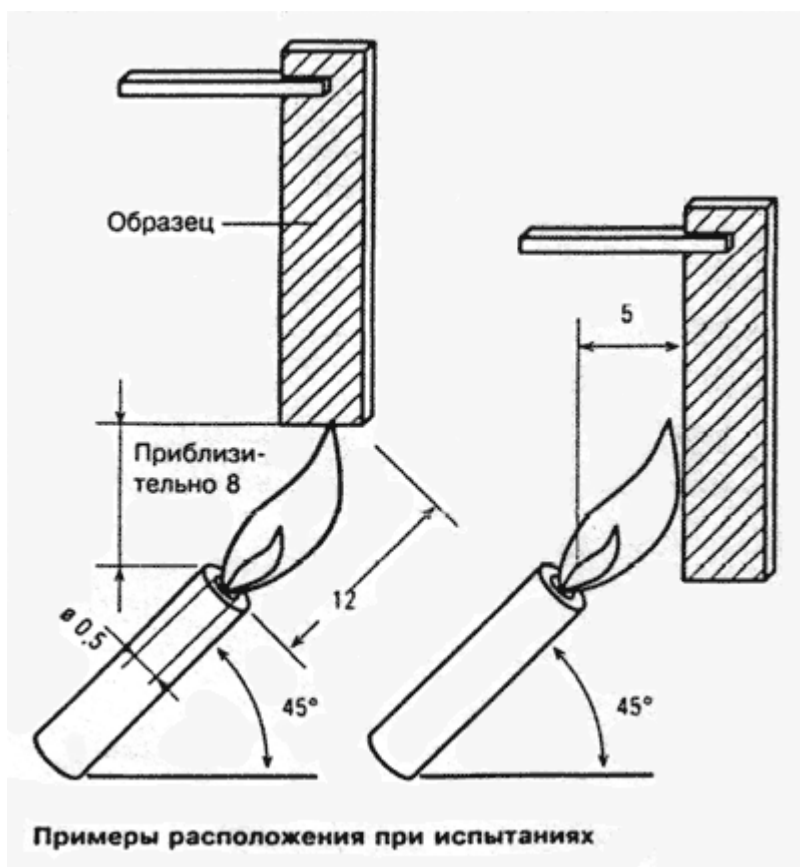
$(75 \pm 2) ^\circ\text{C}$ - для наружных частей изделия;

$(125 \pm 2) ^\circ\text{C}$ - для частей, удерживающих токоведущие части, а также используемых в качестве дополнительной или усиленной изоляции.

Через 1 ч устройство удаляют, а образец охлаждают до температуры помещения путем погружения его на 10 с в холодную воду. Измеряют диаметр отпечатка шарика, который не должен превышать 2 мм.

Метод испытания на устойчивость к воспламенению от горелки с игольчатым пламенем

Время воздействия пламенем составляет (30 ± 1) с.



Метод испытания на стойкость к зажиганию нагретой проволокой

Температура проволоочной петли должна составлять:

$(650 \pm 10) ^\circ\text{C}$ - для частей изделия из изоляционных и конструкционных материалов;

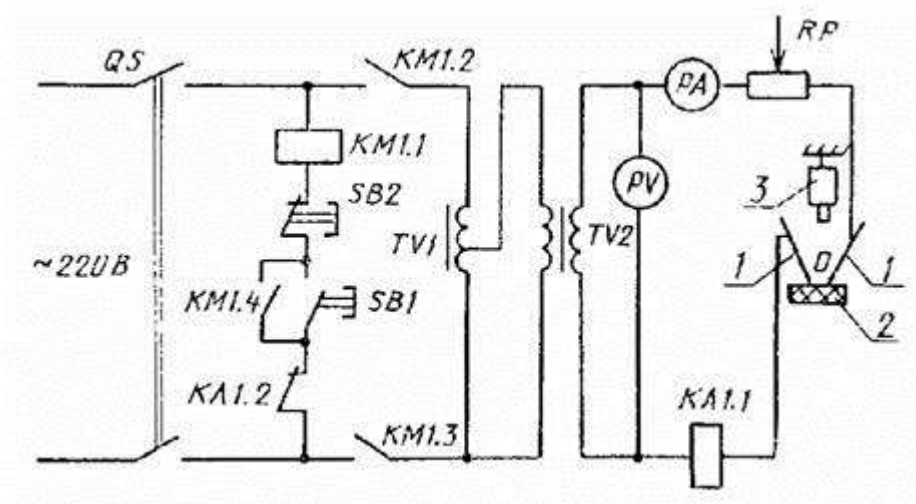
$(750 \pm 10) ^\circ\text{C}$ - для частей изделия из изоляционных и конструкционных материалов, удерживающих токоведущие части, по которым при нормальной эксплуатации проходит ток менее 0,5 А, или используемых в качестве дополнительной и усиленной изоляции;

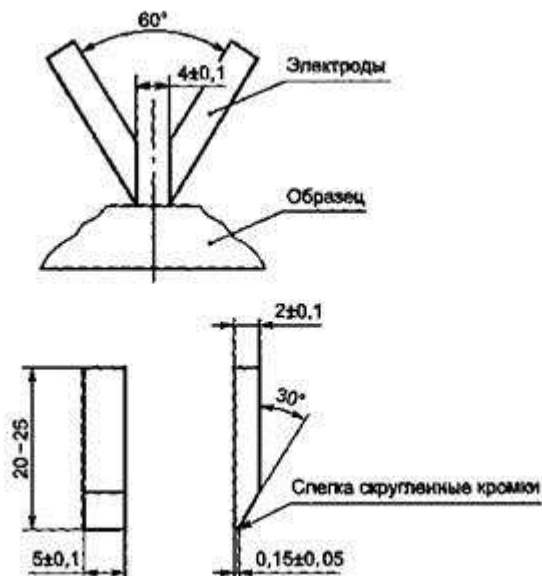
$(850 \pm 15) ^\circ\text{C}$ - для частей изделия из изоляционных и конструкционных материалов, удерживающих токоведущие части, по которым при нормальной эксплуатации проходит ток более 0,5 А, или используемых в качестве дополнительной и усиленной изоляции.

Метод испытания на стойкость к плохому контакту

Метод определения трекингостойкости твердых электроизоляционных материалов

Испытания проводят при напряжении 250 В с использованием раствора А.





Метод определения стойкости к воспламенению пламенем горелки .

Материал считают выдержавшим испытания, если:

- отсутствует видимое пламя во время испытаний;
- пламя гаснет, не достигнув отметки 100 мм.

Метод испытания электродвигателя

Испытания проводятся в том случае, если в состав изделия входит электродвигатель.

Метод испытания трансформатора

Испытания проводятся в том случае, если в состав изделия входит трансформатор.

Испытания в характерных пожароопасных режимах

Испытания проводятся в камере. Температуру наиболее нагретых элементов светильников измеряют при температуре окружающей среды (30 ± 10) °C и напряжении 1,1 номинального до установившегося теплового режима (черный угол)

4.3 ГИРЛЯНДЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВЕТОВЫЕ.

Требования к конструкции.

1. Конструкция гирлянд должна быть такой, чтобы их пожарная безопасность была обеспечена как в нормальном, так и аномальном режимах работы. В пожароопасном режиме вероятность возникновения пожара от (в) одной гирлянды(е) в год не должна превышать значения 10^{-6} .

2. Конструкция гирлянд должна исключать появление в процессе эксплуатации и испытаний на пожарную опасность пламени и дыма, размягчения и оплавления конструкционных материалов. Превышение температуры на конструкционных элементах гирлянд не должно быть выше критической.(если температура T_k более $175\text{ }^{\circ}\text{C}$, то за критическую принимают температуру $175\text{ }^{\circ}\text{C}$.)

3. Для изоляции проводов и кабелей, выполненной из резины и поливинилхлорида, критическая температура (T_k) равна $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, а для изоляции, выполненной из теплостойкого поливинилхлорида, $T_k = 105\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4. Световые гирлянды, а также елочные гирлянды, имеющие блоки управления (электронные и механические), должны быть оборудованы защитными устройствами от сверхтока.

5. В качестве проводов должны быть использованы провода с медными многопроволочными жилами.

6. Присоединение проводов к контактам патронов для ламп может быть выполнено любым способом, обеспечивающим надежное электрическое соединение в течение всего срока эксплуатации патрона для ламп.

Не допускается присоединение проводов к контактам патронов скруткой.

5. Контакты патронов должны быть размещены или защищены так, чтобы полностью исключить возможность случайного электрического соединения между токоведущими деталями разной полярности, если, например, одна из проволок многопроволочного провода, закрепленного в контактном зажиме, оказалась не закреплена.

6. Электроизоляционные и конструкционные материалы, включая материалы рассеивателей, должны быть теплостойкими, стойкими к зажиганию от нагретой проволоки и стойкими к воздействию открытого пламени.

7. Изоляционный материал, применяемый в конструкции контактного зажима, должен быть стойким к воздействию тепловой энергии, выделяемой в переходном сопротивлении контактных соединений.

8. Гирлянды для наружного освещения (кроме елочных гирлянд) должны иметь оболочку или уплотнение для светящихся элементов, которые обеспечивают степень защиты не ниже IP 23.

9. В елочных гирляндах:

- номинальное напряжение каждой лампы, используемой в гирлянде, не должно превышать 26 В.

- в конструкции гирлянд должно быть исключено применение материалов, выполненных из полиэтилена.

- должны использоваться провода, имеющие многопроволочные гибкие медные жилы сечением не менее $0,5 \text{ мм}^2$.

- максимальная температура наружной поверхности светящего элемента после установившегося теплового режима работы при мощности, равной 1,1 номинальной мощности и температуре окружающей среды $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$, должна быть не более $65 ^\circ\text{C}$. Точки, в которых проводится контроль максимальной температуры, устанавливаются в ТО на гирлянды конкретных типов.

- потребляемая мощность должна быть не более 50 Вт.

Проведение испытаний включает в себя три этапа.

Первый этап — испытания электроизоляционных материалов, применяемых в гирлянде:

-испытания давлением шарика всех частей гирлянды, которые выполнены из таких материалов.

-испытания на стойкость к зажиганию нагретой проволокой .

-испытания на устойчивость к воспламенению от горелки с игольчатым пламенем для всех частей из неметаллических материалов.

Второй этап – испытания комплектующих элементов конструкции гирлянды:

-испытания на плохой контакт .

-испытания электронного устройства .

Третий этап – испытания изделия:

-испытание изделия в характерных пожароопасных режимах .

-определение вероятности возникновения пожара .

По результатам испытаний делается заключение о пожарной безопасности гирлянды. Гирлянда соответствует требованиям пожарной безопасности, если:

вероятность возникновения пожара от (в) гирлянды(е) не превышает 10^{-6} в год на изделие;

показатели пожарной опасности соответствуют предъявляемым требованиям.

Метод испытания давлением шарика (теплостойкость)

Толщина образца должна быть не менее 2,5 мм; при необходимости образцы накладывают друг на друга до достижения требуемой толщины.

Испытания проводят в термокамере, в которой поддерживают температуру:

(75 ±2) °С – для наружных частей изделия;

(40 ±2) °С плюс максимальное превышение температуры, достигнутое при испытании в пожароопасном режиме, – для частей, удерживающих

токоведущие части, а также используемых в качестве дополнительной или усиленной изоляции, но не менее $(125 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Перед началом испытания испытательное устройство доводят до указанной выше температуры.

Через 1 ч устройство удаляют, а образец охлаждают до температуры помещения путем погружения его на 10 с в воду, температура которой не превышает значения температуры окружающей среды. Измеряют диаметр отпечатка шарика, который не должен превышать 2 мм.

Метод испытания на стойкость к зажиганию нагретой проволокой

Температура проволоочной петли должна составлять:

$-(650 \pm 10)^\circ\text{C}$ – для частей изделия из изоляционных и конструкционных материалов, кроме частей, удерживающих токоведущие детали;

$-(750 \pm 10)^\circ\text{C}$ – для частей изделия из изоляционных и конструкционных материалов, удерживающих токоведущие части или используемых в качестве дополнительной и усиленной изоляции.

Образец считают выдержавшим испытание, если:

- отсутствует открытое пламя;
- горение и свечение образца прекращается в течение 30 с после устранения источника зажигания.

Метод испытания на устойчивость к воспламенению от горелки с игольчатым пламенем

Время воздействия пламенем составляет (30 ± 1) с.

Метод испытания на стойкость к плохому контакту

Методика проведения испытаний в соответствии с ГОСТ 27924 со следующим изменением:

- отсутствует открытое пламя и свечение образца;
- пламя затухает в течение 30 с после воспламенения.

Испытание на возможность электрического контакта между токоведущими деталями

Конец гибкого провода сечением, соответствующим сечению провода, используемого в гирляндах, необходимо очистить от изоляции на длину 8 мм. Одну проволоку жилы провода оставляют свободной, а остальные вводят и закрепляют в контактном зажиме. С усилием, не вызывающим повреждения изоляции провода, свободную проволоку изгибают во всех возможных направлениях. Свободная проволока не должна касаться токоведущих деталей другой полярности.

Испытания в характерных пожароопасных режимах

Гирлянду равномерно развешивают по потолку испытательной камеры.

Температуру наиболее нагретых элементов гирлянды измеряют при температуре окружающей среды (25 ± 5) °С после достижения установившегося теплового режима в следующих точках:

-на внутренней поверхности рассеивателя (или на поверхности колбы лампы, если рассеиватель отсутствует) и элементах конструкции из горючих материалов, примыкающих к рассеивателю в точке, наиболее приближенной к светящему элементу гирлянды;

-на изоляции проводов в месте их ввода в патрон;

-на патроне в непосредственной близости к лампе;

-в электронном устройстве на неметаллических частях внутренних деталей;

-в электронном устройстве на неметаллических частях наружной поверхности.

Количество образцов гирлянд, представляемых для испытаний, равно пяти.

Режим перегрузки

Гирлянду располагают в испытательной камере, если отсутствуют другие указания изготовителя относительно ее установки.

Во время испытания должны быть включены все лампы, которые могут работать одновременно.

Напряжение питания должно быть таким, чтобы потребляемая мощность составляла:

-1,33 номинальной потребляемой мощности для гирлянд с номинальной потребляемой мощностью, не превышающей 100 Вт;

-1,24 номинальной потребляемой мощности для гирлянд с номинальной потребляемой мощностью, превышающей 100 Вт.

Испытания в режиме перегрузки проводят до достижения установившегося значения температуры в контролируемых точках гирлянды или до срабатывания защитных устройств, если такие предусмотрены.

Температура на конструкционных элементах всех испытываемых гирлянд не должна превышать критических значений.

Режим ухудшенного теплоотвода

Гирлянду располагают в испытательной камере, если отсутствуют другие указания изготовителя относительно ее установки. Одну из ламп с рассеивателем помещают в короб размером $(250 \pm 5) \times (250 \pm 5) \times (250 \pm 5)$ мм, выполненный из фанеры или древесностружечной плиты толщиной (5 ± 2) мм, окрашенный в черный цвет.

Лампа располагается в середине короба; со всех сторон пространство короба равномерно заполняется гигроскопической хирургической ватой, выполненной по ГОСТ 5556, и накрывается крышкой.

Испытание гирлянды проводят в два этапа.

В начале напряжение питания должно быть таким, чтобы обеспечивалась потребляемая мощность, соответствующая 0,85 номинальной мощности при нормальной работе. Это напряжение поддерживают в течение всего испытания.

Испытание повторяют, но при этом напряжение питания должно быть таким, чтобы потребляемая мощность соответствовала 1,24 номинальной потребляемой мощности при нормальной работе гирлянды. Это напряжение поддерживают в течение всего испытания.

Испытания в режиме ухудшенного теплоотвода проводят до достижения установившегося значения температуры или до срабатывания защитных устройств, если такие предусмотрены.

Температура на конструкционных элементах всех испытываемых гирлянд не должна превышать критических значений. Вата не должна воспламеняться или обугливаться.

Расчетно-экспериментальный метод определения вероятности возникновения пожара в (от) световой гирлянде(ы)

Вероятность возникновения пожара Q_n в (от) световой гирлянде(ы) определяется следующим выражением:

$$Q_n = Q_{np} \cdot Q_{nz} \cdot Q_{nz} \cdot Q_v, \quad (1)$$

где Q_{np} – вероятность возникновения пожароопасного режима в гирлянде (возникновение короткого замыкания, перегрузки и т. п.), 1/год; Q_{nz} – вероятность того, что значение характерного электротехнического параметра (тока, мощности и др.) лежит в диапазоне пожароопасных значений; Q_{nz} – вероятность несрабатывания защиты (электрической, тепловой и т. п.); Q_v – вероятность достижения горючим материалом критической температуры или его воспламенения.

Вероятность Q_{np} определяется на основании данных завода-изготовителя о надежности изделия – через общую интенсивность отказов изделия λ с введением коэффициента K , учитывающего долю пожароопасных отказов:

$$Q_{np} = (1 - e^{-\lambda t}) \cdot K, \quad (2)$$

где t – время эксплуатации в течение года, ч; $K = 0,01$.

Вероятность того, что значение характерного электротехнического параметра мощности находится в диапазоне пожароопасных значений, определяется следующим выражением:

$$Q_{нз} = (P_{\max нз} - P_{\min нз}) / (P_{\max нз} - P_{ном}), \quad (3)$$

где $P_{\max нз}$ – максимальное значение мощности, при которой происходит разрушение конструкции или проявляются пожароопасные факторы, Вт; $P_{\min нз}$ – минимальное значение мощности, при которой температура конструктивных элементов гирлянд равна $T_{кр}$, Вт; $P_{ном}$ – номинальное значение мощности, Вт.

Вероятность $Q_{нз}$ определяется после проведения испытаний.

При определении $Q_{нз}$ защитное устройство замыкается накоротко.

Вероятность несрабатывания защиты $Q_{нз}$ определяется по формуле

$$Q_{нз} = 1 - (1 - Q_{нзн}) \cdot (1 - Q_{оз}), \quad (5)$$

где $Q_{нзн}$ – вероятность отказа (несрабатывания) защиты при испытании гирлянды в пожароопасном диапазоне; $Q_{оз}$ – вероятность отказа защиты гирлянды, предусмотренная при его эксплуатации.

Вероятность $Q_{нзн}$ определяется при испытании прибора по формуле

$$Q_{нзн} = (I_з - I_{\min нз}) / (I_к - I_{\min нз}), \quad (6)$$

где $I_з$ – значение тока, при котором сработала защита, А; $I_{кз}$ – значение тока, при котором происходит разрушение конструкции гирлянды или проявляются пожароопасные факторы, А; $I_{\min нз}$ – значение тока, при котором температура конструктивных элементов гирлянд равна $T_{кр}$, А.

Если защита отсутствует, то значение $Q_{нзн}$ принимается равным 1.

Если защита сработала ранее достижения величины $T_{кр}$, то значение $Q_{нзн}$ принимается равным нулю.

Вероятность отказа защиты $Q_{оз}$ вычисляется по формуле

$$Q_{оз} = 1 - e^{-t \sum_{i=1}^k \lambda_{iz}}, \quad (7)$$

где $\lambda_з$ – интенсивность отказа защиты, 1/год; для предохранителей $\lambda_з = 1,2 \cdot 10^{-1}$; t – время работы гирлянды в течение года, ч; k – количество используемых защитных устройств.

Вероятность достижения материалом гирлянды критической температуры или его воспламенения Q_{ϵ} определяется после проведения испытаний по формуле

$$Q_{\epsilon} = 1 - \prod_{n=1}^m (1 - Q_i), \quad (8)$$

где Q_i – вероятность достижения критической температуры при испытаниях в n -м пожароопасном режиме; m – количество пожароопасных режимов.

Характерные пожароопасные режимы создаются путем:

повышения напряжения питания с целью увеличения потребляемой мощности ;

создания ухудшенного теплоотвода ;

создания повреждения в электронном устройстве.

Вероятность достижения горючим материалом критической температуры или его воспламенение, с учетом характерных пожароопасных режимов Q_{ϵ} , определяется по формуле

$$Q_{\epsilon} = 1 - (1 - Q_{\epsilon n}) \cdot (1 - Q_{\epsilon ym}) \cdot (1 - Q_{\epsilon y}), \quad (.9)$$

где $Q_{\epsilon n}$ – вероятность достижения горючим материалом критической температуры в режиме перегрузки; $Q_{\epsilon ym}$ – вероятность достижения горючим материалом критической температуры в режиме ухудшенного теплоотвода; $Q_{\epsilon y}$ – вероятность достижения критической температуры конструктивными элементами электронного устройства при испытании в аварийном пожароопасном режиме.

4.4 Изделия электронной техники

Применяемые в конструкции электронных изделий материалы, элементы, блоки, узлы должны обеспечивать вероятность возникновения пожара в каждом изделии не более 10^{-6} в год в соответствии с ГОСТ 12.1.004

Требования к конструкции

1. Элементы электронных изделий, нагревающиеся в аварийных режимах до температур выше критических, должны быть защищены от перегрева термовыключателями, термореле и т. п. При невозможности выполнения этого требования должно применяться экранирование элементов конструкции в зоне перегрева.

2. Цепи питания электронных изделий должны иметь защиту от токов перегрузки и короткого замыкания.

3. Для ограничения распространения горения по конструкции и за пределы электронного изделия должны применяться противопожарные кожухи. Допускается применять другие конструктивные решения, исключающие распространение горения.

4. Детали электронных изделий из неметаллических материалов, используемые для наружных частей, частей, удерживающих токопроводники и поддерживающих соединения в определенном положении, должны быть теплостойкими.

5. Соединительные детали между токоведущими частями электронных изделий, выполненные из изоляционных материалов, должны быть стойкими к образованию токопроводящих мостиков (трекингостойкими). Если изделие эксплуатируется в сверхжестких условиях, то указанные материалы должны соответствовать КИТ 250.

6. Конструкция крепления комплектующих элементов должна исключать возможность выпадания их из паяных соединений в блоке или узле при аварийных пожароопасных режимах работы.

7. Резисторы мощностью 2 Вт и более должны располагаться над платой на расстоянии не менее радиуса резистора.

8. Резисторы, конденсаторы и полупроводниковые приборы с корпусом из горючих материалов, которые загораются при аварийном режиме работы электронных изделий, должны быть снабжены защитными экранами,

кожухами из негорючего или трудногорючего материала. Могут быть применены другие методы защиты, предотвращающие выброс раскаленных, горящих или тлеющих частиц и распространение пламени на соседние элементы.

9. Разъемы блоков и узлов должны исключать возможность подключения их к местам, не предусмотренным электрической схемой, или ошибочное подключение.

10. Жгуты монтажных проводов должны быть стойкими к воспламенению и распространению горения при воздействии стандартного игольчатого пламени.

Допускается использовать жгуты проводов с изоляцией из поливинилхлорида.

Прокладка жгутов, монтажных проводов должна исключать соприкосновение их изоляции с комплектующими элементами, находящимися под напряжением.

11. Не допускается объединять монтажные и сетевые провода в один жгут. Расстояние между сетевыми и монтажными проводами должно быть не менее 10 мм.

12. Шнуры питания электронных изделий должны иметь двойную изоляцию.

13. В качестве элементов защиты от аварийных режимов должны применяться стандартные плавкие предохранители, электронные устройства, тепловые реле и т. п.

14. Держатели плавких предохранителей должны крепиться жестко с помощью пружинных элементов в конструкции электронных изделий.

Требования к материалам.

1. Детали оболочек электронных изделий из неметаллических материалов должны обладать стойкостью к воспламенению и распространению горения

при воздействии пламени. Данное требование не применяется к декоративным украшениям.

.

2. Части электронных изделий из неметаллических материалов должны обладать стойкостью к воздействию накаливаемыми элементами.

Наружные части из неметаллических материалов и части из изоляционных материалов, удерживающие токопроводники в определенном положении (кроме контактных соединений), должны выдерживать воздействие накаливаемыми элементами, имеющими температуру 550 °С.

3. Части из неметаллических материалов, на которых располагаются токоведущие элементы, должны обладать стойкостью к воспламенению и распространению горения при воздействии пламенем.

4. Части из неметаллических материалов, удерживающие в определенном положении электрические соединения, по которым проходит ток 0,5 А или более, должны обладать стойкостью к воздействию накаливаемыми элементами, имеющими температуру 750 °С, если электронные изделия работают под надзором.

Части электронных изделий из неметаллических материалов, удерживающие электрические соединения, должны обладать стойкостью к воздействию накаливаемыми элементами, имеющими температуру 850 °С, если электронные изделия находятся постоянно под напряжением и без надзора.

5. Части электронных изделий из неметаллических материалов, работающие под напряжением 1 кВ и выше, должны быть дугостойкими и иметь класс возгораемости не ниже V-1, а по распространению горения - не ниже HF-1.

6. Высоковольтные элементы (компоненты) и блоки электронных изделий должны быть стойкими к воздействию игольчатого пламени.

7. Неметаллические материалы элементов конструкции, в которых образуется электрическая дуга (контактные переключатели и т. п.), должны быть дугостойкими.

8. Части электронных изделий из неметаллических материалов, поддерживающие электрические контактные соединения, должны быть стойкими к нагреву, вызванному переходным сопротивлением в дефектном контактном соединении.

Оценка пожарной опасности электронных изделий должна включать следующие виды испытаний:

на теплостойкость;

на возгораемость конструкционных материалов и составных частей;

на распространение пламени по кожухам и декоративной отделке корпусов изделий.

на стойкость к воздействию нагретыми элементами;

на дугостойкость;

на трекинговость;

на стойкость к загоранию в аварийных режимах.

Аварийными пожароопасными режимами работы, имитируемыми в процессе испытаний, должны быть:

-превышение номинального значения питающего напряжения;

-пробой и короткое замыкание полупроводникового прибора;

-пробой и короткое замыкание конденсатора;

-перегрузка электродвигателя (например, работа с заторможенным ротором);

-короткое замыкание или перегрузка трансформатора;

-отказ отдельных элементов (интегральная микросхема, транзистор, конденсатор, резистор, диод и т. п.);

-повышение переходного сопротивления в контактных соединениях.

Показатели пожарной опасности :

Допустимое превышение температуры

Теплостойкость

Стойкость комплектующих элементов к воспламенению .

Стойкость комплектующих элементов к воздействию аварийных электрических перегрузок.

Трекинговая стойкость.

Надежность крепления комплектующих элементов .

Предельно допустимые значения мощности рассеяния и тока комплектующих элементов .

Стойкость жгутов и монтажных проводов к воспламенению.

Стойкость неметаллических материалов к воспламенению .

Стойкость неметаллических материалов к воздействию нагретыми элементами.

Дугостойкость.

Стойкость высоковольтных элементов и блоков к воздействию пламени.

Стойкость неметаллических материалов к нагреву, вызванному переходным сопротивлением в дефектном контактном соединении

Вероятность возникновения пожара

Расстояния от платы до резисторов, зазоры

Держатели плавких вставок и защита стальных конструкций от коррозии

4.5 ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ БЫТОВОГО ПРИМЕНЕНИЯ.

Вероятность возникновения пожара от (в) прибора не должна превышать значения $1 \cdot 10^{-6}$ в год.

Показатели пожарной опасности:

-Теплостойкость к воздействию давлением шарика.

-Стойкость к воспламенению пламенем горелки.

-Стойкость к воздействию нагрузок, вызванных переходным сопротивлением в контактном соединении.

-Трекингостойкость

-Стойкость к воспламенению от пламени горелки (игольчатое пламя).

-Стойкость к воспламенению нагретой проволокой

Требования к конструкции

-Конструкция прибора должна исключать появление в процессе испытаний и эксплуатации пламени, дыма, расплавленного металла, размягчения и оплавления конструкционных материалов. Температура на конструкционных элементах приборов не должна быть выше критической.

-Приборы должны быть оборудованы устройствами для защиты от сверхтока и(или) перегрева (устройствами защитного отключения).

-Приборы должны иметь световую сигнализацию при подаче напряжения на нагревательные элементы.

- Защита трансформатора должна быть обеспечена с помощью плавких предохранителей, термовыключателей или подобных устройств, встроенных в трансформатор или расположенных внутри прибора, при условии, что эти устройства защиты доступны только с помощью инструмента.

-Защита электродвигателей должна быть обеспечена с помощью плавких предохранителей или термовыключателей.

Требования к электроизоляционным и конструкционным материалам

1. Части прибора удерживающие токоведущие части и поддерживающие соединения в определенном положении, должны быть теплостойкими.

2. Материалы, из которых изготовлены части прибора, должны быть стойкими к воздействию пламени горелки.

3. Если отсутствуют специально отформованные образцы для проведения этого испытания, то проверяется стойкость к воздействию нагретой проволокой с температурой $550\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4. Изоляционные материалы, поддерживающие конструкцию винтового контактного соединения, должны быть стойкими к воздействию тепловой энергии, выделяемой в переходном сопротивлении дефектного контактного соединения.

5. Части прибора из изоляционных материалов, удерживающие в определенном положении соединения, должны быть стойкими к воздействию нагретой проволокой с температурой $750\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

6. Части прибора, расположенные на расстоянии не более 50 мм от мест, где возможно образование токопроводящих мостиков, переходного сопротивления в контактном соединении, должны быть стойкими к воспламенению от горелки с игольчатым пламенем. Кроме того, этому испытанию подвергают части, расположенные вокруг материалов и выдержавшие испытание нагретой проволокой, но у которых возникло пламя

при приложении нагретой проволоки, если эти части расположены на расстоянии меньше или равном высоте пламени.

7. Части прибора, на поверхности которых возможно образование токоведущего мостика, должны быть трекингостойкими.

8. Выключатели сети и функциональные выключатели, гальванически соединенные с сетью питания и пропускающие ток более 0,2 А в нормальных условиях эксплуатации, должны быть стойкими к воздействию игольчатого пламени.

Изделия подвергают следующим испытаниям:

- давлением шарика ;
- горением,если есть отдельно отформованные образцы соответствующих частей прибора;
- на стойкость к воспламенению нагретой проволокой ;
- на плохой контакт при помощи накаливаемых элементов ;
- по определению трекингостойкости ;
- на стойкость к воспламенению от горелки с игольчатым пламенем ;
- испытаниям приборов в режиме перегрузки и в режиме ухудшенного теплоотвода .

Прибор соответствует требованиям пожарной безопасности, если он выдержал испытания в режимах перегрузки и ухудшенного теплоотвода и показатели пожарной опасности соответствуют предъявляемым требованиям.

Испытание давлением шарика

Испытание проводят в термокамере, в которой поддерживают температуру:

75 °C ± 2 °C – для наружных частей изделия;

40 °C ± 2 °C плюс максимальная температура, достигнутая при испытании в одном из пожароопасных режимов, – для частей, удерживающих

токоведущие части, а также используемых в качестве дополнительной или усиленной изоляции, но не менее $125\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Перед началом испытания устройство доводят до указанной выше температуры. Через 1 ч устройство удаляют, а образец охлаждают до температуры помещения путем погружения его на $10\text{ с} \pm 1\text{ с}$ в воду, температура которой не превышает значение температуры окружающей среды. Измеряют диаметр отпечатка шарика, который не должен превышать 2 мм.

Испытание горением

Материал считают выдержавшим испытание, если пламя гаснет, не достигнув второй отметки (100 мм).

Испытание нагретой проволокой

Испытание проводят в соответствии с ГОСТ 27483-87.

Испытание на плохой контакт при помощи накаливаемых элементов

Испытание проводят в соответствии с ГОСТ 27924-88.

Определение трекинговостойкости твердых электроизоляционных материалов

.

Части из изоляционных материалов испытывают при напряжении 250 В.

Материал считают выдержавшим испытание, если контрольный индекс трекинговостойкости равен 250 В.

Испытание игольчатым пламенем

Испытание проводят по ГОСТ 27484-87, при этом время воздействия пламени горелки на образец составляет $30\text{ с} \pm 1\text{ с}$.

Испытания приборов в режимах перегрузки и ухудшенного теплоотвода

Испытания проводят на приборе, установленном в наиболее неблагоприятном положении, которое возможно при его эксплуатации.

Приборы, которые имеют управляющие и переключающие устройства (уставка которых может быть изменена потребителем), испытывают при самых неблагоприятных уставках.

Приборы, предназначенные для работы при нескольких номинальных напряжениях (мощностях) или в диапазоне номинальных напряжений (мощностей), испытывают при наиболее неблагоприятном напряжении (мощности).

Встраиваемые приборы устанавливают в соответствии с указанием изготовителя.

Потолок стенда устанавливают на расстоянии $0,25 \text{ м} \pm 0,02 \text{ м}$ от верхнего края корпуса электроприбора.

Испытательный угол должен быть изготовлен из фанеры толщиной $20 \text{ мм} \pm 2 \text{ мм}$, окрашенной в черный матовый цвет.

Значения температур определяют тонкопроволочными термоэлектрическими преобразователями, расположенными так, чтобы они оказывали минимальное влияние на температуру испытуемой части.

Значения температур определяют на стенах, потолке, полу испытательного угла, а также на корпусе и частях прибора из неметаллических материалов.

Режим перегрузки

Прибор устанавливают в испытательном углу (если отсутствуют другие указания изготовителя относительно его установки).

Во время испытания должны быть включены все нагревательные элементы, двигатели и т. п. элементы прибора, которые могут работать одновременно.

Напряжение питания должно быть таким, чтобы потребляемая мощность составила:

1,33 номинальной потребляемой мощности – для приборов с номинальной потребляемой мощностью, не превышающей 100 Вт;

1,27 номинальной потребляемой мощности или 1,21 номинальной потребляемой мощности плюс 12 Вт в зависимости от того, какое значение больше, – для приборов с номинальной потребляемой мощностью, превышающей 100 Вт.

Испытание в режиме перегрузки проводят до достижения установившегося значения температуры частей прибора.

Прибор считают выдержавшим испытание, если температура на его конструктивных элементах и поверхностях испытательного угла не превышает критических значений.

Режим ухудшенного теплоотвода

Прибор устанавливают в испытательном углу (если отсутствуют другие указания изготовителя относительно его установки). Прибор накрывают асбестовой тканью по ГОСТ 6102-78Е так, чтобы сначала остались непокрытыми только торцевые поверхности, а затем 1/2 ширины прибора.

Испытание прибора проводят в два этапа. Вначале напряжение питания должно быть таким, чтобы обеспечивалась потребляемая мощность, соответствующая 0,85 номинальной потребляемой мощности при нормальной работе. Это напряжение поддерживают в течение всего испытания.

Испытание повторяют, но при этом напряжение питания должно быть таким, чтобы потребляемая мощность соответствовала 1,24 номинальной потребляемой мощности при нормальной работе прибора. Это напряжение поддерживают в течение всего испытания. Устройство, ограничивающее температуру, должно быть замкнуто накоротко. Если прибор оснащен несколькими такими устройствами, то их замыкают поочередно.

Испытание в режиме ухудшенного теплоотвода проводят до достижения установившегося значения температуры или до срабатывания защитных устройств (если такие предусмотрены).

Прибор считают выдержавшим испытание, если температура на его конструктивных элементах и поверхностях испытательного угла не превышает критических значений.

4.6 УСТРОЙСТВА ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ.

Требования к конструкции

УЗО-Д не должны производить автоматическое повторное включение.

УЗО-Д не должны производить автоматическое отключение потребителя от сети при снятии напряжения сети.

УЗО-Д не должны иметь автономный вспомогательный источник питания.

Максимальное время отключения УЗО-Д должно быть не более 0,5 с.

УЗО-Д должно сохранять свою работоспособность при напряжении сети в пределах от 0,6 до 1,2 его номинального напряжения.

УЗО-Д должны сохранять свою работоспособность после достижения температуры окружающей среды 100 °С.

Ток срабатывания УЗО-Д для предотвращения пожаров от электроустановок, как правило, не должен превышать 0,3 А. Допускается увеличение тока срабатывания до 0,5 А при установке УЗО-Д на головных участках разветвленной электрической сети или для обеспечения селективности последовательно включенных устройств.

УЗО-Д не должно срабатывать при воздействии импульсных помех в соответствии с требованиями ГОСТ 50007.

По числу полюсов рекомендуются УЗО-Д двухполюсные и четырехполюсные.

Конструкция УЗО-Д должна предусматривать возможность пломбирования крышек. Элемент для регулирования уставки УЗО-Д должен быть расположен так, чтобы доступ к нему был возможен только после вскрытия пломбы.

Конструкция УЗО-Д должна исключать возможность изменения его рабочих характеристик путем внешнего воздействия, за исключением специально предусмотренных средств изменения уставки дифференциального тока срабатывания.

УЗО-Д должно быть снабжено указателями замкнутого и разомкнутого положения контактов главной цепи. Если для указания положения контактов используется световой указатель, он должен светиться при включенном положении

УЗО-Д

и быть яркого цвета. Световой индикатор не может быть единственным средством указания включенного положения.

УЗО-Д должно иметь зажимы, предназначенные для подсоединения к стационарной проводке, в которых соединение осуществляется при помощи винтов, гаек и аналогичных по эффективности средств.

На корпусе УЗО-Д должна быть приведена схема его подключения к электрической сети.

Воздушные зазоры и расстояния утечки не должны быть меньше величин, указанных в таблице 5

Таблица 5

Наименование	Значение, мм
Воздушные зазоры	
1. Между находящимися под напряжением частями, разъединенными, когда УЗО-Д разомкнуто	3
2. Между находящимися под напряжением частями различных полюсов	3
3. Между находящимися под напряжением частями и:	
металлическими органами управления	3
винтами и другими средствами крепления крышек, которые должны удаляться при монтаже УЗО-Д	3
поверхностью, на которой монтируется основание	6 (3)
винтами и другими средствами	6 (3)

крепления прочими доступными металлическими частями	3
Расстояние утечки 1. Между находящимися под напряжением частями, разъединенными, когда УЗО-Д замкнуто	3
2. Между находящимися под напряжением частями различных полюсов Для УЗО-Д с номинальным напряжением не более 250 В	4 3
3. Между токоведущими частями и: металлическими органами управления	3
доступными металлическими частями	3

Материалы, из которых изготовлены наружные части УЗО-Д (кроме декоративных элементов), а также используемые в конструкции электрических соединений для поддержки токоведущих частей в определенном положении должны выдерживать испытание давлением шарика.

Материалы, из которых изготовлены части УЗО-Д, должны быть стойкими к воздействию пламени горелки.

Изоляционные материалы, поддерживающие конструкции винтовых контактных соединений, должны быть стойкими к воздействию тепловой энергии, выделяемой в переходном сопротивлении дефектного контактного соединения, а также стойкими к воздействию нагретой проволоки.

Материалы, через которые возможно образование проводящего мостика между частями различной полярности и разного потенциала, должны быть трекингостойкими.

Испытания УЗО:

1. Испытание УЗО-Д на соответствие требованиям, предъявляемым к функциональным характеристикам:

-испытание на возможность автоматического повторного включения

-испытание на возможность отключения потребителя от сети при снятии напряжения сети.

-испытание при отклонениях напряжения питания электрической сети:

а) испытание УЗО-Д при отсутствии тока нагрузки

б) испытание УЗО-Д при номинальном токе нагрузки.

-испытание при повышенной температуре окружающей среды.

2. Испытание электроизоляционных и конструкционных материалов.

испытание на теплостойкость

и испытание нагретой проволокой

испытание пламенем горелки Бунзена

испытание на плохой контакт при помощи накаливаемых элементов

испытание на сопротивление образованию токоведущих мостиков

Первый этап – испытание УЗО-Д на соответствие требованиям, предъявляемым к функциональным характеристикам.

Второй этап – испытание электроизоляционных и конструкционных материалов:

- испытание на теплостойкость.

- испытание пламенем горелки Бунзена.

- испытание нагретой проволокой.

- испытание на стойкость к плохому контакту.

- испытание на стойкость к образованию токоведущих мостиков.

Испытание УЗО-Д на возможность автоматического повторного включения

Испытание УЗО-Д при отсутствии тока нагрузки

Испытание УЗО-Д при номинальном токе нагрузки

Испытание УЗО-Д при повышенной температуре окружающей среды

(Испытание проводят в термокамере, в которой поддерживают температуру $(100 \pm 2) ^\circ\text{C}$.)

Испытание электроизоляционных и конструкционных материалов

Испытание на теплостойкость

Термокамеру нагревают до температуры:

$(125 \pm 2) ^\circ\text{C}$ – для частей УЗО-Д, удерживающих в определенном положении токоведущие части и поддерживающих соединения в определенном положении, а также используемых в качестве дополнительной или усиленной изоляции;

$(75 \pm 2) ^\circ\text{C}$ – для наружных частей УЗО-Д, не предназначенных для удерживания в заданном положении токоведущих частей.

Испытание пламенем горелки Бунзена

Испытание нагретой проволокой

Температура проволоочной петли в зависимости от назначения частей изделия должна составлять:

$(960 \pm 15) ^\circ\text{C}$ – для наружных частей УЗО-Д, выполненных из изоляционных материалов, предназначенных для удерживания в заданном положении токоведущих частей и частей защитной цепи;

$(650 \pm 10) ^\circ\text{C}$ – для всех других частей УЗО-Д, выполненных из изоляционных материалов.

Испытание на плохой контакт при помощи накаливаемых элементов

5. Электроустановки во взрывоопасных зонах

Для предотвращения пожара и взрыва от тепловых источников электрического происхождения во взрывоопасных зонах помещений необходимо применить электрооборудование во взрывозащищенном исполнении. Взрывозащищенным является электрооборудование, в котором предусмотрены конструктивные меры по устранению или затруднению возможности воспламенения окружающей его взрывоопасной среды при эксплуатации этого оборудования.

Взрыв - быстрое преобразование веществ (взрывное горение), сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов, способных производить работу.

Вспышка - быстрое сгорание горючей смеси, не сопровождающееся образованием сжатых газов.

Электрическое искрение - искровые, дуговые и тлеющие электрические разряды.

Искробезопасная электрическая цепь - электрическая цепь, выполненная так, что электрический разряд или ее нагрев не может воспламенить взрывоопасную среду при предписанных условиях испытания.

Легковоспламеняющаяся жидкость (в дальнейшем ЛВЖ) - жидкость, способная самостоятельно гореть после удаления источника зажигания и имеющая температуру вспышки не выше 61°C.

К взрывоопасным относятся ЛВЖ, у которых температура вспышки не превышает 61°C, а давление паров при температуре 20°C составляет менее 100 кПа (около 1 ат).

Горючая жидкость - жидкость, способная самостоятельно гореть после удаления источника зажигания и имеющая температуру вспышки выше 61°C.

Горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°C относятся к пожароопасным, но, нагретые в условиях производства до температуры вспышки и выше, относятся к взрывоопасным.

Горючие газы относятся к взрывоопасным при любых температурах окружающей среды.

Горючие пыль и волокна относятся к взрывоопасным, если их нижний концентрационный предел воспламенения не превышает 65 г/м³.

Взрывоопасная смесь - смесь с воздухом горючих газов, паров ЛВЖ, горючих пыли или волокон с нижним концентрационным пределом воспламенения не более 65 г/м³ при переходе их во взвешенное состояние, которая при определенной концентрации способна взорваться при возникновении источника инициирования взрыва.

К взрывоопасным относится также смесь горючих газов и паров ЛВЖ с кислородом или другим окислителем (например, хлором).

Концентрация в воздухе горючих газов и паров ЛВЖ принята в процентах к объему воздуха, концентрация пыли и волокон - в граммах на кубический метр к объему воздуха.

Верхний и нижний концентрационные пределы воспламенения - соответственно максимальная и минимальная концентрации горючих газов, паров ЛВЖ, пыли или волокон в воздухе, выше и ниже которых взрыва не произойдет даже при возникновении источника инициирования взрыва.

Помещение - пространство, огражденное со всех сторон стенами (в том числе с окнами и дверями), с покрытием (перекрытием) и полом. Пространство под навесом и пространство, ограниченное сетчатыми или решетчатыми ограждающими конструкциями, не являются помещениями.

Наружная установка - установка, расположенная вне помещения (снаружи) открыто или под навесом либо за сетчатыми или решетчатыми ограждающими конструкциями

Взрывоопасная зона - помещение или ограниченное пространство в помещении или наружной установке, в котором имеются или могут образоваться взрывоопасные смеси.

Взрывозащищенное электрооборудование - электрооборудование, в котором предусмотрены конструктивные меры по устранению или затруднению возможности воспламенения окружающей его взрывоопасной среды вследствие эксплуатации этого электрооборудования.

Электрооборудование общего назначения - электрооборудование, выполненное без учета требований, специфических для определенного назначения, определенных условий эксплуатации.

Безопасный экспериментальный максимальный зазор (БЭМЗ) - максимальный зазор между фланцами оболочки, через который не проходит передача взрыва из оболочки в окружающую среду при любой концентрации смеси в воздухе.

В соответствии с правилами устройства электроустановок (ПУЭ) помещения и наружные установки в зависимости от способности к образованию взрывоопасных смесей или возгоранию находящихся в них материалов и веществ делятся на взрыво- и пожароопасные.

5.1 Классификация взрывоопасных и пожароопасных зон.

Помещение или пространство в помещении либо вокруг наружной установки, в котором имеются или могут образоваться взрывоопасные смеси, является взрывоопасной зоной. Все помещение будет взрывоопасной зоной, если взрывоопасные парогазовоздушные или пылевоздушные смеси при воспламенении могут развивать расчетное избыточное давление, превышающее 5 кПа. Если взрывоопасная смесь при воспламенении развивает расчетное избыточное давление менее 5 кПа, то взрывоопасной считается зона в помещении в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от технологического оборудования, у которого возможно выделение горючих газов, паров, жидкостей и пыли. Помещение за пределами взрывоопасной зоны следует считать невзрывоопасным, если нет других факторов, создающих в нем взрывоопасность.

(Статья 17). Цель классификации

Классификация пожароопасных и взрывоопасных зон применяется для выбора электротехнического и другого оборудования по степени их защиты, обеспечивающей их пожаровзрывобезопасную эксплуатацию в указанной зоне.

(Статья 18). Классификация пожароопасных зон

1. Пожароопасные зоны подразделяются на следующие классы:

1) П-I - зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки 61 и более градуса Цельсия; **(горючие жидкости)**

2) П-II - зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыли или волокна; **(горючие пыли или волокна)**

3) П-IIIa - зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр; **(твердые горючие вещества)**

4) П-IIIb - зоны, расположенные вне зданий, сооружений, строений, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки 61 и более градуса Цельсия или любые твердые горючие вещества. **(горючие жидкости)**

(Статья 19). Классификация взрывоопасных зон

1. В зависимости от **частоты и длительности** присутствия взрывоопасной смеси взрывоопасные зоны подразделяются на следующие классы:

1) 0-й класс - зоны, в которых взрывоопасная газовая смесь присутствует **постоянно или хотя бы в течение одного часа;**

2) 1-й класс - зоны, расположенные в помещениях, в которых при **нормальном режиме работы оборудования выделяются горючие** газы или пары

легковоспламеняющихся жидкостей, образующие с воздухом взрывоопасные смеси;

3) 2-й класс - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования взрывоопасные смеси горючих газов или паров легковоспламеняющихся жидкостей с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварии или повреждения технологического оборудования;

4) 20-й класс - зоны, в которых взрывоопасные смеси горючей пыли с воздухом имеют нижний концентрационный предел воспламенения менее 65 граммов на кубический метр и присутствуют постоянно;

5) 21-й класс - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна, способные образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при концентрации 65 и менее граммов на кубический метр;

6) 22-й класс - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования не образуются взрывоопасные смеси горючих пылей или волокон с воздухом при концентрации 65 и менее граммов на кубический метр, но возможно образование такой взрывоопасной смеси горючих пылей или волокон с воздухом только в результате аварии или повреждения технологического оборудования.

(Глава 6.) Классификация электрооборудования по пожаровзрывоопасности и пожарной опасности

Цель классификации

Классификация электрооборудования по пожаровзрывоопасности и пожарной опасности применяется для определения области его безопасного применения и соответствующей этой области маркировки

электрооборудования, а также для определения требований пожарной безопасности при эксплуатации электрооборудования.

(Статья 21). Классификация электрооборудования по пожаровзрывоопасности и пожарной опасности

1. В зависимости от степени пожаровзрывоопасности и пожарной опасности электрооборудование подразделяется на следующие виды:

- 1) электрооборудование без средств пожаровзрывозащиты;
- 2) пожарозащищенное электрооборудование (для пожароопасных зон);
- 3) взрывозащищенное электрооборудование (для взрывоопасных зон).

Под степенью пожаровзрывоопасности и пожарной опасности электрооборудования понимается опасность возникновения источника зажигания внутри электрооборудования и (или) опасность контакта источника зажигания с окружающей электрооборудование горючей средой. Электрооборудование без средств пожаровзрывозащиты по уровням пожарной защиты и взрывозащиты не классифицируется.

(Статья 22). Классификация пожарозащищенного электрооборудования

1. Электрооборудование, применяемое в пожароопасных зонах, классифицируется по степени защиты от проникновения внутрь воды и внешних твердых предметов, обеспечиваемой конструкцией этого электрооборудования. Классификация пожарозащищенного электрооборудования осуществляется в соответствии с таблицами 4 и 5 приложения к Федеральному закону.

2. Методы определения степени защиты оболочки пожарозащищенного электрооборудования устанавливаются нормативными документами по пожарной безопасности.

3. Маркировка степени защиты оболочки электрооборудования осуществляется при помощи международного знака защиты (IP) и двух цифр, первая из которых означает защиту от попадания твердых предметов, вторая - от проникновения воды.

Таблица 6

**Степень защиты пожарозащищенного электрооборудования
от внешних твердых предметов**

Первая цифра	Краткое описание степени защиты
0	нет защиты
1	защищено от внешних твердых предметов диаметром 50 и более миллиметров
2	защищено от внешних твердых предметов диаметром 12,5 и более миллиметра
3	защищено от внешних твердых предметов диаметром 2,5 и более миллиметра
4	защищено от внешних твердых предметов диаметром 1 и более миллиметра
5	пылезащищено; защищено от проникновения пыли в количестве, нарушающем нормальную работу оборудования или снижающем его безопасность
6	пыленепроницаемо; защищено от проникновения пыли

Таблица 7

**Степень защиты пожарозащищенного электрооборудования
от проникновения воды**

Вторая цифра	Краткое описание степени защиты
0	нет защиты
1	защищено от вертикально падающих капель воды
2	защищено от вертикально падающих капель воды, когда оболочка отклонена на угол не более 15 градусов
3	защищено от воды, падающей в виде дождя под углом не более 60 градусов
4	защищено от сплошного обрызгивания любого направления
5	защищено от водяных струй из сопла с внутренним диаметром 6,3 миллиметра
6	защищено от водяных струй из сопла с внутренним диаметром 12,5 миллиметра
7	защищено от воздействия при погружении в воду не более чем на 30 минут
8	защищено от воздействия при погружении в воду более чем на 30 минут

(Статья 23). Классификация взрывозащищенного электрооборудования

1. Взрывозащищенное электрооборудование классифицируется по уровням взрывозащиты, видам взрывозащиты, группам и температурным классам.

2. Взрывозащищенное электрооборудование по уровням взрывозащиты подразделяется на следующие виды:

- 1) особовзрывобезопасное электрооборудование (уровень 0);
- 2) взрывобезопасное электрооборудование (уровень 1);
- 3) электрооборудование повышенной надежности против взрыва (уровень 2).

Три уровня взрывозащиты

Особовзрывобезопасное электрооборудование - это взрывобезопасное электрооборудование с дополнительными средствами взрывозащиты.

Взрывобезопасное электрооборудование обеспечивает взрывозащиту как при нормальном режиме работы оборудования, так и при повреждении, за исключением повреждения средств взрывозащиты.

Электрооборудование повышенной надежности против взрыва обеспечивает взрывозащиту только при нормальном режиме работы оборудования (при отсутствии аварий и повреждений).

Взрывозащищенное электрооборудование по видам взрывозащиты подразделяется на оборудование, имеющее:

- 1) взрывонепроницаемую оболочку (d);

- 2) заполнение или продувку оболочки под избыточным давлением защитным газом (p);
- 3) искробезопасную электрическую цепь (i);
- 4) кварцевое заполнение оболочки с токоведущими частями (q);
- 5) масляное заполнение оболочки с токоведущими частями (o);
- 6) специальный вид взрывозащиты, определяемый особенностями объекта (s);
- 7) любой иной вид защиты (e).

Семь видов взрывозащиты

Взрывозащищенное электрооборудование по допустимости применения в зонах подразделяется на оборудование:

- 1) с промышленными газами и парами (группа II и подгруппы IIА, IIВ, IIС);
- 2) с рудничным метаном (группа I).

В зависимости от наибольшей допустимой температуры поверхности взрывозащищенное электрооборудование **группы II** подразделяется на следующие температурные классы:

- 1) T1 (450 градусов Цельсия);
- 2) T2 (300 градусов Цельсия);
- 3) T3(200 градусов Цельсия);
- 4) T4 (135 градусов Цельсия);
- 5) T5 (100 градусов Цельсия);

6) T6 (85 градусов Цельсия).

Взрывозащищенное электрооборудование должно иметь маркировку. В приведенной ниже последовательности должны указываться:

- 1) знак уровня взрывозащиты электрооборудования (2, 1, 0);
- 2) знак, относящий электрооборудование к взрывозащищенному (Ex);
- 3) знак вида взрывозащиты (d, p, i, q, o, s, e);
- 4) знак группы или подгруппы электрооборудования (I, II, IIA, IIB, IIC);
- 5) знак температурного класса электрооборудования (T1, T2, T3, T4, T5, T6).

Методы испытания взрывозащищенного электрооборудования на принадлежность к соответствующему уровню, виду, группе (подгруппе), температурному классу устанавливаются нормативными документами по пожарной безопасности.

(Глава 7). Классификация наружных установок по пожарной опасности

(Статья 24). Цель классификации наружных установок по пожарной опасности

Классификация наружных установок по пожарной опасности используется для установления требований пожарной безопасности, направленных на предотвращение возможности возникновения пожара и обеспечение противопожарной защиты людей и имущества в случае возникновения пожара на наружных установках.

Классификация наружных установок по пожарной опасности основывается на определении их принадлежности к соответствующей категории.

Категории наружных установок по пожарной опасности должны указываться в проектной документации на объекты капитального строительства и реконструкции, а обозначение категорий должно быть указано на установке.

(Статья 25). Определение категорий наружных установок по пожарной опасности

По пожарной опасности наружные установки подразделяются на следующие категории:

- 1) повышенная взрывопожароопасность (АН);
- 2) взрывопожароопасность (БН);
- 3) пожароопасность (ВН);
- 4) умеренная пожароопасность (ГН);
- 5) пониженная пожароопасность (ДН).

Категории наружных установок по пожарной опасности определяются исходя из пожароопасных свойств находящихся в установках горючих веществ и материалов, их количества и особенностей технологических процессов.

Установка относится к категории АН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) **горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 градусов Цельсия**, вещества и (или) материалы, способные гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и (или) друг с другом (при условии, что величина пожарного риска при возможном сгорании указанных веществ с образованием волн давления превышает одну миллионную в год на расстоянии 30 метров от наружной установки).

Установка относится к категории БН, если в ней присутствуют, хранятся, перерабатываются или **транспортируются горючие пыли и (или)**

волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 градусов Цельсия, горючие жидкости (при условии, что величина пожарного риска при возможном сгорании пыле- и (или) паровоздушных смесей с образованием волн давления превышает одну миллионную в год на расстоянии 30 метров от наружной установки).

Установка относится к категории ВН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) горючие и (или) трудногорючие жидкости, твердые горючие и (или) трудногорючие вещества и (или) материалы (в том числе пыли и (или) волокна), вещества и (или) материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и (или) друг с другом гореть, и если не реализуются критерии, позволяющие отнести установку к категории АН или БН (при условии, что величина пожарного риска при возможном сгорании указанных веществ и (или) материалов превышает одну миллионную в год на расстоянии 30 метров от наружной установки).

Установка относится к категории ГН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) негорючие вещества и (или) материалы в горячем, раскаленном и (или) расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и (или) пламени, а также горючие газы, жидкости и (или) твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

Установка относится к категории ДН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) в основном негорючие вещества и (или) материалы в холодном состоянии и если по перечисленным выше критериям она не относится к категории АН, БН, ВН или ГН.

Определение категорий наружных установок по пожарной опасности осуществляется путем последовательной проверки их принадлежности к категориям от наиболее опасной (АН) к наименее опасной (ДН).

Методы определения классификационных признаков категорий наружных установок по пожарной опасности устанавливаются нормативными документами по пожарной безопасности.

Электрические машины и аппараты, применяемые в электроустановках, должны обеспечивать необходимую степень защиты их изоляции и изоляции токоведущих частей от вредного действия окружающей среды и необходимую безопасность в отношении пожара или взрыва из-за их неисправности. Для правильного выбора конструкций электрических машин и аппаратов ПУЭ устанавливают для них специальную классификацию, согласно которой они различают машины и аппараты:

- ☐ ☐ открытые;
- ☐ ☐ защищенные;
- ☐ ☐ каплезащитные;
- ☐ ☐ брызгозащищенные;
- ☐ ☐ закрытые;
- ☐ ☐ закрытые обдуваемые;
- ☐ ☐ продуваемые;
- ☐ ☐ пыленепроницаемые;
- ☐ ☐ маслонеполненные.

В пожароопасных помещениях класса П-I и П-II применяются машины закрытого или продуваемого исполнения. В помещениях класса П-III допускается устанавливать электрические машины защищенного исполнения, а в наружных установках класса П-III — закрытого или закрытого обдуваемого исполнения.

Аппаратура управления электродвигателями для всех классов пожароопасных помещений рекомендуется в пыленепроницаемом исполнении. В пожароопасных помещениях не допускаются

открытые троллейные провода со скользящими токосъемниками (из-за искрения), а требуется применение шлангового провода (кабеля).

Светильники в помещениях класса П-I должны быть закрытого или пыленепроницаемого исполнения; в помещениях класса П-II и П-III

допускаются защищенные открытого исполнения (например, «Универсаль», «Глубокоизлучатель» и др.). Для наружных установок класса П-III светильники применяют закрытого или влагозащищенного исполнения. В пожароопасных помещениях всех классов следует применять электропроводки только защищенные (например,

проводом марки ВРГ, кабелем или проводом ПР и ПВ в стальных трубках).

Допускается открытая проводка изолированных проводов на изоляторах, но при условии удаления их от мест скопления горючих материалов и невозможности механического повреждения (например, на недоступной высоте). Применение алюминиевых проводов допустимо только при условии надежного соединения их сваркой, пайкой или опрессованием. Соединительные и ответвительные коробки должны быть пыленепроницаемыми.

ПУЭ не рекомендуют сооружение в пожароопасных помещениях РУ напряжением свыше 1000В, но при необходимости допускается установка щитов и шкафов в закрытом исполнении. В пожароопасных помещениях всех классов (за исключением складов) допускается открытая установка на огражденных стальными сетками участках комплектных трансформаторных подстанций с сухими трансформаторами. В пределах пожароопасных помещений допускается размещать закрытые трансформаторные подстанции с маслонаполненными трансформаторами, но при условии, чтобы двери камер трансформаторов и конденсаторных батарей не выходили в пожароопасные помещения.

Методы взрывозащиты, направленные на сдерживание взрыва.

По данному методу реализована взрывозащита вида "d" (взрывозащитная оболочка).

Данный метод подразумевает, что электрические цепи помещены в специальную прочную оболочку с малым зазором. При этом не исключается контакт электрических цепей с взрывоопасной

смесью и возможность ее воспламенения, но при этом гарантируется, что оболочка сдерживает возникшее в результате взрыва избыточное давление, т.е. вспышка не выходит за пределы ограничений взрывонепроницаемой оболочки.

Ограничение мощности искры.

По данному методу реализована защита вида 'i' (искробезопасная цепь). Данный метод подразумевает, что в случае возникновения искры ее мощности будет недостаточно для воспламенения взрывоопасной смеси. Однако данный метод не исключает контакта взрывоопасной смеси с электрическими цепями.

Барьеры искробезопасности.

В минимальной конфигурации барьер имеет клеммные колодки, к которым подключаются две электрические цепи. Одна цепь образует так называемый искроопасный (незащищенный) сегмент, другая – искробезопасный (защищенный). К незащищенному сегменту относится

электрическая линия, связывающая барьер с соответствующим входом или выходом модуля ввода/вывода. Искробезопасный сегмент проходит непосредственно через взрывоопасную зону и соединяет барьер с полевым устройством. При этом чрезвычайно важно помнить, что, хотя барьер и обеспечивает взрывобезопасность подключенной к нему цепи, сам он не является взрывобезопасным устройством, и его установка в опасной зоне ни при каких условиях недопустима.

Какой принцип работы барьера? Экспериментально установлено, что для воспламенения взрывоопасной смеси ей нужно передать определенную энергию $Q_{пред}$. Если энергия электрического тока меньше предельно допустимой $Q_{пред}$, то гарантируется, что взрыва не произойдет даже при возникновении искры. На этом принципе и построена работа барьера

искробезопасности. Естественно, энергию напрямую контролировать сложно, однако можно ограничить мощность электрического тока, протекающего по электрической цепи. Собственно в этом

задача барьера и заключается – он осуществляет постоянный контроль и ограничивает мощность электрического тока, протекающего в защищенном сегменте цепи.

Из курса физики известно, что мощность зависит от тока и напряжения и определяется по

формуле: $P=U \cdot I$.

Барьер регулирует ток и напряжение таким образом, чтобы мощность P никогда не превышала определенное предельно допустимое значение $P_{пред}$: $P < P_{пред}$.

Так если по каким-либо причинам ток в защищенном сегменте цепи начнет расти, а вместе с ним и мощность, то барьер постарается снизить прикладываемое напряжение, чтобы обеспечить итоговую мощность электрического сигнала меньшую $P_{пред}$. На самом деле определенные

ограничения распространяются не только на мощность, но и на максимальный ток и напряжение.

Строго говоря, барьер следит, чтобы всегда выполнялись сразу три условия:

$P < P_{пред}$;

$I < I_{пред}$;

$U < U_{пред}$.

В России оборудование, применяемое во взрывоопасных зонах, должно, как минимум, соответствовать ГОСТу 51330 "Электрооборудование взрывозащищенное" и ПУЭ. Кроме этого, в России такое оборудование требует обязательной сертификации в органах по надзору за

промышленной безопасностью, а также периодической поверки.

Класс взрывоопасной зоны, в соответствии с которым производится выбор электрооборудования, определяется технологами совместно со специалистами проектной или эксплуатирующей организации.

Оборудование, предназначенное для работы в пределах зоны того или иного класса, должно иметь соответствующий уровень взрывозащищенности.

Существует несколько методов обеспечения взрывобезопасности, цель которых – предотвратить возможность контакта внутренних искрообразующих или тепловыделяющих элементов аппаратуры

с внешней взрывоопасной средой, либо препятствовать выходу наружу взрыва, возникшего внутри наружной оболочки аппаратуры путем его локализации:

□ □ локализация, или сдерживание взрыва - предотвращение распространения взрыва за пределы оболочки;

□ □ изоляция, или герметизация — заливка компаундом, лаком, поддержание высокого давления внутри оболочки продувкой оборудования сжатым воздухом или инертным газом;

□ □ заполнение оболочки кварцевым песком, погружение оборудования в масло, применяемое, например, для обмоток трансформаторов;

□ □ предотвращение, или ограничение электрической и тепловой выделяемой энергии - применение в методе защиты «искробезопасной электрической цепи».

Устройство электрического освещения, устойчивого и безопасного при эксплуатации во взрыво- или пожароопасных зонах, требует значительных материальных затрат, расхода дефицитных электрических аппаратов и материалов, существенного усложнения электромонтажных работ. Поэтому технически грамотные и экономные решения по осуществлению осветительных установок в этих условиях должны быть основаны на строгом учете специфики технологических процессов, физико-химических свойств используемых горючих веществ и опыта

эксплуатации освещения. Недооценка опасности окружающей среды, а также излишняя перестраховка приводят либо к понижению надежности и безопасности осветительных установок, либо к неоправданному увеличению расходов на их устройство и эксплуатацию.

Особенности электротехнического освещения

Широкая номенклатура и разный характер помещений и наружных установок с взрыво- и пожароопасными зонами, распространенных во всех отраслях промышленности, а также в общественных зданиях массового строительства, ограничивают возможность обобщения и выводов, относящихся к светотехнической части осветительных установок указанных объектов.

Вместе с тем некоторые особенности, присущие многим таким помещениям, могут служить основанием для ряда общих рекомендаций, направленных на повышение качества и эффективности электрического освещения,

С точки зрения светотехнических требований основная масса помещений и установок промышленных и вспомогательных зданий и участков открытых территорий с взрыво- и пожароопасными зонами по основным производственным признакам может быть условно разделена

на несколько групп.

К первой группе можно отнести помещения и установки предприятий химической, нефтяной, газовой и других отраслей промышленности, где технология производства основана на широком использовании жидких, газообразных и пылевидных легковоспламеняющихся и горючих веществ

при высоком уровне механизации и автоматизации производственных процессов.

К второй группе относится широкая номенклатура цехов: окрасочных, сушильно-пропиточных, промывочно-пропарочных, консервации, антисептирования изделий и других, в которых широко используются всевозможные лакокрасочные материалы, пропиточные массы,

легковоспламеняющиеся растворители, разбавители и масла.

К третьей группе относятся помещения, в которых производится обработка первичного сырья (хлопок, лен, шерсть, макулатура, отходы древесины и др.) и изготовление всевозможных тканей, бумаги, картона и другой продукции на волокнистой основе.

К четвертой группе относятся помещения, технологические процессы которых связаны с применением и обработкой твердых горючих веществ, например цехи деревообрабатывающих, электротехнических, пластмассовых изделий и других предприятий.

К пятой группе относятся отдельные помещения, размещаемые в общественных и гражданских зданиях, где хранятся и обращаются разные горючие материалы. Это, например, помещения архивов, книгохранилищ,

светокопии, предприятий бытового обслуживания, упаковочных, различных мастерских, складов и др.

К шестой группе могут быть отнесены взрывоопасные и пожароопасные зоны на открытых территориях. Это установки хранения ЛВЖ, и горючих жидкостей в резервуарах и баках с запорной арматурой, эстакады для налива и разлива ЛВЖ и горючих жидкостей, открытые склады угля, торфа, леса и др.

Номенклатура и количество светильников для освещения взрыво- и пожароопасных зон, выпускаемых светотехнической промышленностью, непрерывно возрастают. Модернизируются и осваиваются новые типы взрывозащищенных светильников для взрывоопасных зон классов В-I, В-

Ia, В-Iг и В-II и светильников для тяжелых условий среды, конструкции которых допускают применение их во взрывоопасных зонах классов В-I и В-IIa и пожароопасных зонах классов П-I, П-II и П-III. Увеличиваются также номенклатура и выпуск светильников, предназначенных для освещения производственных помещений с нормальными условиями среды, пригодных и для освещения некоторых пожароопасных зон классов П-II и П-IIa при определенных условиях.

Классы взрыво- и пожароопасных зон и характер окружающей среды обуславливают применение светильников разных конструкций и исполнений, правильный выбор которых является основным фактором, определяющим надежность, энергетическую экономичность и оптимальную стоимость осветительных установок.

Следует учитывать, что сложность конструкции и защитная оснастка (стекла, решетки, сетки и др.) светильников отрицательно влияют на их светотехнические характеристики и КПД, поэтому выбор светильников для рассматриваемых условий требует всесторонней оценки факторов,

определяющих качество и эффективность электроосвещения.

Стационарные светильники:

-Взрывобезопасное исполнение

-Повышенной надежности против взрыва

-Без средств взрывозащиты. Степень защиты IP5X

-Повышенной надежности против взрыва

Переносные светильники

Во взрывоопасных зонах классов В-II и В-IIa рекомендуется применение светильников, предназначенных для взрывоопасных зон со смесями горючих пылей или волокон с воздухом. При отсутствии таких светильников допускается в зонах класса В-II применение светильников во взрывозащищенном исполнении для работы в средах со взрывоопасными смесями газов и паров с воздухом, а в зонах класса В-IIa – светильников общего назначения (без взрывозащиты), но

имеющих соответствующую защиту оболочки от проникновения пыли.

Переносные светильники в пожароопасных зонах любого класса должны иметь степень защиты не менее IP54; стеклянные колпаки должны быть защищены металлической сеткой.

Конструкция светильников с газоразрядными лампами в этих зонах должна исключать выпадение из них ламп. Светильники с лампами накаливания должны иметь сплошное силикатное стекло, защищающее лампу. Они не должны иметь отражателей и рассеивателей из сгораемых

материалов. В пожароопасных зонах любого класса складских помещений светильники с газоразрядными лампами не должны иметь отражателей и рассеивателей из горючих материалов.

Основные отрасли промышленности, где применяются взрывобезопасное светотехническое оборудование, это:

1. Нефтехимическая и нефтеперерабатывающая промышленность.
2. Нефтегазовая промышленность.
3. Химическая промышленность.
4. Угольная промышленность.
5. Metallургическая промышленность.

6. Отдельные объекты (электротехнической, деревообрабатывающей, пищевой промышленности , склады химических и легковоспламеняющихся жидкостей, сливно-наливные

эстакады, АЗС и т. д.).

Выбор и установка осветительных приборов для взрывоопасных объектов и зон производится в соответствии с требованиями ПУЭ на основании классификации взрывоопасных зон и взрывоопасных смесей.

Производства, в которых возможно возникновение взрывоопасных смесей, газов, паров, пыли или волокон с воздухом, подразделяются на взрывоопасные зоны по классам.

(Статья 82.ФЗ123) Требования пожарной безопасности к электроустановкам зданий, сооружений и строений

Электроустановки зданий, сооружений и строений должны соответствовать классу пожаровзрывоопасной зоны, в которой они установлены, а также категории и группе горючей смеси.

Кабели и провода систем противопожарной защиты, средств обеспечения деятельности подразделений пожарной охраны, систем обнаружения пожара, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, аварийного освещения на путях эвакуации, аварийной вентиляции и противодымной защиты, автоматического пожаротушения, внутреннего противопожарного водопровода, лифтов для транспортирования подразделений пожарной охраны в зданиях, сооружениях и строениях должны сохранять работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для полной эвакуации людей в безопасную зону.

Кабели от трансформаторных подстанций резервных источников питания до вводно-распределительных устройств должны прокладываться в раздельных огнестойких каналах или иметь огнезащиту.

Линии электроснабжения помещений зданий, сооружений и строений должны иметь устройства защитного отключения, предотвращающие возникновение пожара при неисправности электроприемников. Правила

установки и параметры устройств защитного отключения должны учитывать требования пожарной безопасности, установленные в соответствии с настоящим Федеральным законом.

Распределительные щиты должны иметь конструкцию, исключающую распространение горения за пределы щита из слаботочного отсека в силовой и наоборот.

Разводка кабелей и проводов от поэтажных распределительных щитков до помещений должна осуществляться в каналах из негорючих строительных конструкций или погонажной арматуре, соответствующих требованиям пожарной безопасности.

Горизонтальные и вертикальные каналы для прокладки электрокабелей и проводов в зданиях, сооружениях и строениях должны иметь защиту от распространения пожара. В местах прохождения кабельных каналов, коробов, кабелей и проводов через строительные конструкции с нормируемым пределом огнестойкости должны быть предусмотрены кабельные проходки с пределом огнестойкости не ниже предела огнестойкости данных конструкций.

Кабели, прокладываемые открыто, должны быть не распространяющими горение.

Светильники аварийного освещения на путях эвакуации с автономными источниками питания должны быть обеспечены устройствами для проверки их работоспособности при имитации отключения основного источника питания. Ресурс работы автономного источника питания должен обеспечивать аварийное освещение на путях эвакуации в течение расчетного времени эвакуации людей в безопасную зону.

Электрооборудование без средств пожаровзрывозащиты не допускается использовать во взрывоопасных, взрывопожароопасных и пожароопасных помещениях зданий, сооружений и строений, не имеющих направленных на

исключение опасности появления источника зажигания в горючей среде дополнительных мер защиты.

Пожарозащищенное электрооборудование не допускается использовать во взрывоопасных и взрывопожароопасных помещениях.

Взрывозащищенное электрооборудование допускается использовать в пожароопасных и непожароопасных помещениях, а во взрывоопасных помещениях - при условии соответствия категории и группы взрывоопасной смеси в помещении виду взрывозащиты электрооборудования.

Правила применения электрооборудования в зависимости от степени его взрывопожарной и пожарной опасности в зданиях, сооружениях и строениях различного назначения, а также показатели пожарной опасности электрооборудования и методы их определения устанавливаются федеральными законами о технических регламентах для данной продукции и (или) нормативными документами по пожарной безопасности.

(Глава 32.ФЗ 123) Требования пожарной безопасности к электротехнической продукции

Требования к информации о пожарной опасности электротехнической продукции

Производитель электротехнической продукции обязан разработать техническую документацию, содержащую необходимую информацию для безопасного применения этой продукции.

Техническая документация на электротехническую продукцию (в том числе паспорта и технические условия) должна содержать информацию о ее пожарной опасности.

Показатели пожарной опасности электротехнической продукции должны соответствовать области применения электротехнической продукции.

Требования пожарной безопасности к электротехнической продукции

. Электротехническая продукция не должна быть источником зажигания и должна исключать распространение горения за ее пределы.

Требования пожарной безопасности к электротехнической продукции устанавливаются исходя из ее конструктивных особенностей и области применения. Электротехническая продукция должна применяться в соответствии с технической документацией, определяющей ее безопасную эксплуатацию.

Элементы конструкции, используемые в электротехнической продукции, должны быть стойкими к воздействию пламени, накаливаемых элементов, электрической дуги, нагреву в контактных соединениях и токопроводящих мостиков.

Электротехническая продукция должна быть стойкой к возникновению и распространению горения при аварийных режимах работы (коротком замыкании, перегрузках).

Степень защиты оболочки электротехнической продукции от распространения горения за пределы оболочки должна определяться областью применения продукции.

Аппараты защиты должны отключать участок электрической цепи от источника электрической энергии при возникновении аварийных режимов работы до возникновения загорания.

Требования пожарной безопасности к электрооборудованию

Электрооборудование должно быть стойким к возникновению и распространению горения.

Вероятность возникновения пожара в электрооборудовании не должна превышать одну миллионную в год.

Вероятность возникновения пожара не определяется в случае, если имеется подтверждение соответствия электротехнической продукции требованиям пожарной безопасности по стойкости к воздействию пламени, накаливаемых элементов, электрической дуги, нагреву в контактных соединениях и токопроводящих мостиков с учетом области применения электротехнической продукции, входящей в состав электрооборудования.

Электрооборудование систем противопожарной защиты должно сохранять работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для полной эвакуации людей в безопасное место.

5.3 Выбор электрооборудования для взрывоопасных зон.

Выбор взрывозащищенного электрооборудования для взрывоопасных зон рекомендуется производить, придерживаясь определенной последовательности.

1. Нормативно и аналитически определяется класс взрывоопасной зоны и ее размеры для помещения и наружной установки в нормальном или аварийном режиме технологического процесса.

Классы и размеры взрывоопасных зон для наружных взрывоопасных установок должны приниматься в соответствии с нормами технологического проектирования, отражающими особенности технологических процессов, учитывающими опыт эксплуатации действующих взрывоопасных установок и утвержденными в установленном порядке соответствующими министерствами и ведомствами.

2. Определяются параметры взрывоопасной среды в местах установки электрооборудования (т. е. в пределах взрывоопасной зоны): наименования и физические свойства веществ, которые могут образовать взрывоопасные смеси; категории и группы, к которым относятся взрывоопасные смеси.

3. Определяются общие свойства и условия, характеризующие взрывоопасную среду, в которой должно эксплуатироваться электрооборудование: места, в которых температура окружающей среды превышает 35 °С, химическая активность и механическое воздействие окружающей среды на электрооборудование и др.

4. Проводится анализ маркировки взрывозащиты электрооборудования и указаний заводской инструкции по монтажу и эксплуатации, после чего сравнивается уровень и вид взрывозащиты электрооборудования с предполагаемыми условиями его эксплуатации: класс взрывоопасной зоны, категория и группа взрывоопасной смеси, общие свойства и условия окружающей среды.

5. Учитывается возможность дальнейшего совершенствования и модернизации производства и использования в технологии более пожаровзрывоопасных веществ и материалов.

6. На основании пп. 1-5 составляется спецификация применяемого взрывозащищенного электрооборудования с учетом требований гл. 7.3 ПУЭ и соответствующих ГОСТов (или технических условий) на отдельные виды электрооборудования.

Электрооборудование, особенно с частями, искрящими при нормальной работе, рекомендуется выносить за пределы взрывоопасных зон, если это не вызывает особых затруднений при эксплуатации и не сопряжено с неоправданными затратами. Применение во взрывоопасных зонах переносных электроприемников (машин, аппаратов, светильников и т.п.) следует ограничивать случаями, когда их применение необходимо для нормальной эксплуатации.

Взрывозащищенное электрооборудование, используемое в химически активных, влажных или пыльных средах, должно быть также защищено соответственно от воздействия химически активной среды, сырости и пыли.

Взрывозащищенное электрооборудование, используемое в наружных установках, должно быть пригодно также и для работы на открытом воздухе

или иметь устройство для защиты от атмосферных воздействий (дождя, снега, солнечного излучения и т.п.).

Электрические машины с защитой вида "е" допускается устанавливать только на механизмах, где они не будут подвергаться перегрузкам, частым пускам и реверсам. Эти машины должны иметь защиту от перегрузок с временем срабатывания не более времени t_e . Здесь t_e - время, в течение которого электрические машины нагреваются пусковым током от температуры, обусловленной длительной работой при номинальной нагрузке, до предельной температуры. Электрические машины и аппараты с видом взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка" в средах со взрывоопасными смесями категории IIС должны быть установлены так, чтобы взрывонепроницаемые фланцевые зазоры не примыкали вплотную к какой-либо поверхности, а находились от нее на расстоянии не менее 50 мм.

Взрывозащищенное электрооборудование, выполненное для работы во взрывоопасной смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом, сохраняет свои свойства, если находится в среде с взрывоопасной смесью тех категорий и группы, для которых выполнена его взрывозащита, или находится в среде с взрывоопасной смесью, отнесенной к менее опасным категориям и группам.

При установке взрывозащищенного электрооборудования с видом взрывозащиты "заполнение или продувка оболочки под избыточным давлением" должна быть выполнена система вентиляции и контроля избыточного давления, температуры и других параметров, а также должны быть осуществлены все мероприятия в соответствии с требованиями ГОСТ 22782.4-78* и инструкции по монтажу и эксплуатации на конкретную электрическую машину или аппарат. Кроме того, должны быть выполнены следующие требования:

1. Конструкция фундаментных ям и газопроводов защитного газа должна исключать образование в них непродуваемых зон (мешков) с горючими газами или парами ЛВЖ.

2. Приточные газопроводы к вентиляторам, обеспечивающим электрооборудование защитным газом, должны прокладываться вне взрывоопасных зон.

3. Газопроводы для защитного газа могут прокладываться под полом помещений, в том числе и со взрывоопасными зонами, если приняты меры, исключающие попадание в эти газопроводы горючих жидкостей.

4. В вентиляционных системах для осуществления блокировок, контроля и сигнализации должны использоваться аппараты, приборы и другие устройства, указанные в инструкциях по монтажу и эксплуатации машины, аппарата. Замена их другими изделиями, изменение мест их установки и подключение без согласования с заводом-изготовителем машины, аппарата не допускаются.

8.2 Защита электрических сетей.

Защита электрической сети, система мероприятий, предотвращающих и ограничивающих развитие аварии на линиях электропередачи и электрических подстанциях. Имеет целью обеспечить надёжность снабжения потребителей электрической энергией должного качества. Подавляющее количество электроэнергии распределяется через электрической сети общего пользования. В той или иной мере защищают все электроустановки, в том числе и автономные источники электрической энергии с их малыми сетями.

Электрическую сеть общего пользования необходимо защищать от:

- перегрузки;
- перенапряжений;
- коротких замыканий.

Опасные явления возникают как вследствие атмосферных воздействий (например, удара молнии), так и в результате изменения состояния самой сети, например пробоя изоляции. Повреждение изоляции может быть вызвано старением материала или внешними причинами. Поддерживающие конструкции (опоры, траверсы, арматура изоляторов и т.п.) ломаются под действием ветра, от гололёда, подвергаются коррозии. Возможны случаи пережога проводов током и обрыва их, например от вибрации. Причинами аварии могут быть неправильное действие автоматических устройств в сети и ошибки обслуживающего персонала. При огромных масштабах современных электрических сетей, состоящих из десятков тысяч км линий электропередачи разных напряжений, тысяч электрических подстанций, практически невозможно избежать опасных ситуаций. Если авария всё же возникает, то свести к минимуму её вредные последствия должна защита. Для этого

необходимо как можно быстрее отключить поврежденный элемент (участок) сети, не затрагивая при этом соседние участки, а потребителей перевести на питание от резервных источников. Защита от перегрузок в электрических сетях с напряжением до 1000 в осуществляется с помощью плавких предохранителей или автоматических выключателей. Они отключают защищаемый участок сети, когда ток превышает некоторое значение, допустимое по условиям нагрева проводов. Предохранители действуют без выдержки времени, в соответствии с защитной характеристикой плавкой вставки. Автоматические выключатели снабжаются расцепителями как мгновенного действия, так и с задержкой во времени, зависящей от превышения тока в линии сверх допустимого значения. Основное средство предотвращения аварий от повреждения изоляции — профилактика, т. е. периодический контроль за состоянием изоляции с целью выявления дефектов и своевременной замены или ремонта изоляционных конструкций. Контроль изоляции осуществляется посредством испытания её при повышенном напряжении, либо косвенными методами: по сопротивлению изоляции, по величине угла диэлектрических потерь, путём измерения распределения напряжения (по изоляторам гирлянды) и индикации частичных разрядов и др. Дефекты в изоляции развиваются постепенно, причина их во многих случаях связана с проникновением влаги. Профилактика изоляции резко сокращает аварийность электрических установок.

Защита от коротких замыканий занимает важнейшее место в системе защитных мероприятий. Короткие замыкания являются основным видом аварии в электрических сетях как по частоте возникновения, так и по масштабу вредных последствий. Защитные мероприятия проводятся в двух направлениях: возможно более быстрое отключение поврежденного участка сети и искусственное ограничение силы тока короткого замыкания. Сокращение времени действия тока короткого замыкания облегчает тепловой режим элементов сети и способствует поддержанию устойчивой параллельной работы станций. К числу мероприятий, ограничивающих силу тока короткого замыкания, относятся: применение блочных схем питания, секционирование сборных шин подстанций, последовательное включение реакторов, увеличение

индуктивности рассеяния трансформаторов и т.п. Физический смысл этих мер состоит в увеличении индуктивного сопротивления электрической цепи короткого замыкания. Вследствие этого неизбежны затруднения с регулированием напряжения в нормальных режимах и увеличение потерь электроэнергии в сети. Это приводит к снижению в некоторых случаях надёжности электроснабжения.

Защита от перенапряжений включает защиту от атмосферных перенапряжений, возникающих при разряде молнии в токопроводящие части электрической установки или вблизи неё в землю , и защиту от внутренних перенапряжений, вызываемых преднамеренными или случайными изменениями состояния сети, например вследствие срабатывания выключателя или электрического пробоя изоляции на каком-либо участке сети. Перенапряжение — временный избыток энергии электромагнитного поля на участке сети. Защита сводится к тому, чтобы путём аккумуляции или рассеяния избыточной энергии обезопасить изоляционные конструкции от электрического пробоя. Атмосферные перенапряжения характеризуются сравнительно небольшой энергией , малой длительностью действия и большой амплитудой . Внутренние перенапряжения длятся от сотых долей *сек* до нескольких *сек* и более. Их амплитуда может значительно превышать амплитуду рабочего напряжения.

9. Предупреждение пожаров от электроустановок применением устройств защитного отключения.

Устройства защитного отключения(УЗО), реагирующие на дифференциальный ток, наряду с устройствами защиты от сверхтока, относятся к дополнительным видам защиты человека от поражения при косвенном прикосновении, обеспечиваемой путем автоматического отключения питания.

Защита от сверхтока (при применении защитного зануления) обеспечивает защиту человека при косвенном прикосновении — путем отключения автоматическими выключателями или предохранителями поврежденного участка цепи при коротком замыкании на корпус.

При малых токах замыкания, снижении уровня изоляции, а также при обрыве нулевого защитного проводника зануление недостаточно эффективно, поэтому в этих случаях УЗО является единственным средством защиты человека от электропоражения.

В основе действия защитного отключения, как электрозащитного средства, лежит принцип ограничения (за счет быстрого отключения) продолжительности протекания тока через тело человека при непреднамеренном прикосновении его к элементам электроустановки, находящимся под напряжением.

Из всех известных электрозащитных средств УЗО является единственным, обеспечивающим защиту человека от поражения электрическим током при прямом прикосновении к одной из токоведущих частей.

Другим не менее важным свойством УЗО является его способность осуществлять защиту от возгораний и пожаров, возникающих на объектах вследствие возможных повреждений изоляции, неисправностей электропроводки и электрооборудования.

Короткие замыкания, как правило, развиваются из дефектов изоляции, замыканий на землю, утечек тока на землю. УЗО, реагируя на ток утечки на землю или защитный проводник, заблаговременно, до развития в короткое

замыкание, отключает электроустановку от источника питания, предотвращая тем самым недопустимый нагрев проводников, искрение, возникновение дуги и возможное последующее возгорание.

В отдельных случаях энергии, выделяемой в месте повреждения изоляции при протекании токов утечки, достаточно для возникновения очага возгорания и, как следствие, пожара.

По данным различных отечественных и зарубежных источников, локальное возгорание изоляции может быть вызвано довольно незначительной мощностью, выделяемой в месте утечки.

В зависимости от материала и срока службы изоляции эта мощность составляет всего 40–60 Вт. Это означает, что своевременное срабатывание УЗО противопожарного назначения с уставкой 300 мА предупредит выделение указанной мощности, и, следовательно, не допустит возгорания.

Первое устройство защитного отключения было запатентовано германской фирмой RWE (Rheinisch–Westfälisches Elektrizitätswerk AG) в 1928 г. (DRP № 552 678 от 08.04.28).

Впервые принцип токовой дифференциальной защиты, ранее применявшийся для защиты оборудования – генераторов, линий, трансформаторов, был применен для защиты человека от поражения электрическим током.

В 1937 г. фирма Schutzapparategesellschaft Paris & Co. изготовила первое действующее устройство на базе дифференциального трансформатора и поляризованного реле, имевшее чувствительность 0,01 А и быстродействие 0,1 с.

В настоящее время сотни миллионов УЗО успешно, о чем свидетельствует официальная статистика, защищают жизнь и имущество граждан Франции, Германии, Австрии, Австралии и других стран от электропоражений и пожаров.

9.1 ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ УЗО

Функционально УЗО можно определить как **быстродействующий защитный выключатель, реагирующий на дифференциальный ток в**

проводниках, подводящих электроэнергию к защищаемой электроустановке.

Принцип действия УЗО дифференциального типа основан на применении электромагнитного векторного сумматора токов – дифференциального трансформатора тока.

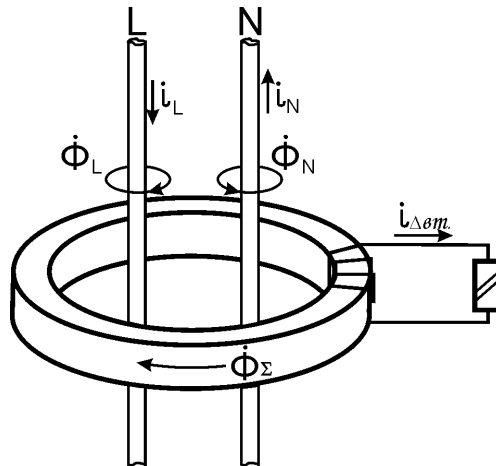


Рис. 14. Дифференциальный трансформатор тока

Сравнение текущих значений двух и более (в четырехполюсных УЗО – 4-х) токов по амплитуде и фазе наиболее эффективно, т.е. с минимальной погрешностью, осуществляется электромагнитным путем – с помощью дифференциального трансформатора тока (рис.3.2.).

Суммарный магнитный поток в сердечнике – Φ_{Σ} , пропорциональный разности токов в проводниках, являющихся первичными обмотками трансформатора, i_N и i_L , наводит во вторичной обмотке трансформатора тока соответствующую эдс, под действием которой в цепи вторичной обмотки протекает ток $i_{\Delta em}$, также пропорциональный разности первичных токов.

Следует отметить, что к магнитному сердечнику трансформатора тока электромеханического УЗО предъявляются чрезвычайно высокие требования по качеству – высокая чувствительность, линейность характеристики намагничивания, температурная и временная стабильность и т. д.

По этой причине для изготовления сердечников трансформаторов тока, применяемых при производстве УЗО, используется специальное высококачественное аморфное (некристаллическое) железо.

Основные функциональные блоки УЗО представлены на рис. 3.3.

Важнейшим функциональным блоком УЗО является дифференциальный трансформатор тока 1.

В абсолютном большинстве УЗО, производимых и эксплуатируемых в настоящее время во всем мире, в качестве датчика дифференциального тока используется именно трансформатор тока.

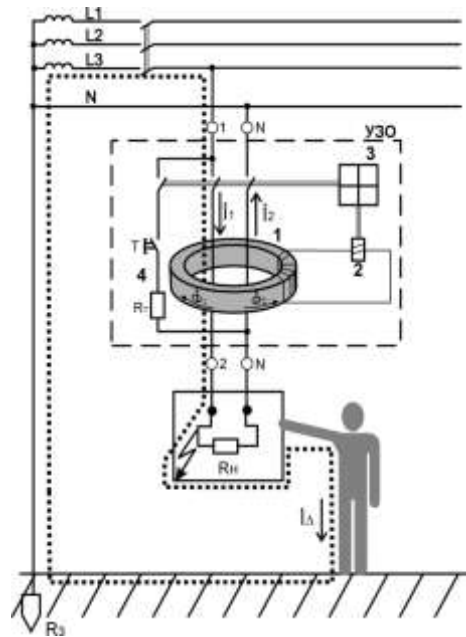


Рис. 15. Принцип действия УЗО

В литературе по вопросам конструирования и применения УЗО этот трансформатор иногда называют трансформатором тока нулевой последовательности – ТТНП, хотя понятие «нулевая последовательность» применимо только к трехфазным цепям и используется при расчетах несимметричных режимов многофазных цепей.

Пусковой орган (пороговый элемент) 2 выполняется, как правило, на чувствительных магнитоэлектрических реле прямого действия или электронных компонентах.

Исполнительный механизм 3 включает в себя силовую контактную группу с механизмом привода.

В нормальном режиме, при отсутствии дифференциального тока – тока утечки, в силовой цепи по проводникам, проходящим сквозь окно магнитопровода трансформатора тока 1 протекает рабочий ток нагрузки. Проводники, проходящие сквозь окно магнитопровода, образуют встречно включенные первичные обмотки дифференциального трансформатора тока.

Если обозначить ток, протекающий по направлению к нагрузке, как I_1 , а от нагрузки как I_2 , то можно записать равенство:

$$I_1 = I_2.$$

Равные токи во встречно включенных обмотках наводят в магнитном сердечнике трансформатора тока равные, но векторно встречно направленные магнитные потоки Φ_1 и Φ_2 .

Результирующий магнитный поток равен нулю, ток во вторичной обмотке дифференциального трансформатора также равен нулю.

Пусковой орган 2 находится в этом случае в состоянии покоя.

При прикосновении человека к открытым токопроводящим частям или к корпусу электроприемника, на который произошел пробой изоляции, по фазному проводнику через УЗО кроме тока нагрузки I_1 протекает дополнительный ток – ток утечки ($I_{\square}$), являющийся для трансформатора тока дифференциальным (разностным).

Неравенство токов в первичных обмотках ($I_1 + I_{\square}$ в фазном проводнике и I_2 , равный I_1 , в нулевом рабочем проводнике) вызывает небаланс магнитных потоков и, как следствие, возникновение во вторичной обмотке трансформированного дифференциального тока.

Если этот ток превышает значение уставки порогового элемента пускового органа 2, последний срабатывает и воздействует на исполнительный механизм 3.

Исполнительный механизм, обычно состоящий из пружинного привода, спускового механизма и группы силовых контактов, размыкает электрическую цепь. В результате защищаемая УЗО электроустановка обесточивается.

Для осуществления периодического контроля исправности (работоспособности) УЗО предусмотрена цепь тестирования 4.

При нажатии кнопки «Тест» искусственно создается отключающий дифференциальный ток. Срабатывание УЗО означает, что оно в целом исправно.

9.3 ВИДЫ УЗО

По техническому исполнению существуют различные виды УЗО. Ниже приведена примерная классификация видов УЗО.

1. По назначению:

- УЗО без встроенной защиты от сверхтоков;
- УЗО со встроенной защитой от сверхтоков.

2. По способу управления:

- УЗО, функционально не зависящие от напряжения;
- УЗО, функционально зависящие от напряжения.

2.1. УЗО, функционально зависящие от напряжения, в свою очередь, подразделяются:

– на устройства, автоматически размыкающие силовые контакты при исчезновении напряжения с выдержкой времени или без нее. При восстановлении напряжения одни модели этих устройств автоматически повторно замыкают контакты своей главной цепи, другие остаются в отключенном состоянии;

– на устройства, не размыкающие силовые контакты при исчезновении напряжения. Имеются также две варианта исполнения устройств этой группы. В одном варианте при исчезновении напряжения устройство не размыкает свои контакты, но сохраняет способность разомкнуть силовую цепь при возникновении дифференциального тока. Во втором варианте, при отсутствии напряжения, устройства неспособны произвести отключение при возникновении дифференциального тока.

3. По способу установки:

- УЗО, применяемые для стационарной установки при неподвижной электропроводке;
- УЗО, используемые для подвижной установки (переносного типа) и шнурового присоединения.

4. По числу полюсов и токовых путей:

- двухполюсные с двумя защищенными полюсами;
- четырехполюсные с четырьмя защищенными полюсами.

5. По условиям регулирования отключающего дифференциального тока:

- УЗО с одним значением номинального отключающего дифференциального тока;
- УЗО с несколькими фиксированными значениями отключающего дифференциального тока.

6. По условиям функционирования при наличии составляющей постоянного тока:

- УЗО типа AC, реагирующие на синусоидальный переменный дифференциальный ток, медленно нарастающий, либо возникающий скачком;
- УЗО типа A, реагирующие как на синусоидальный переменный дифференциальный ток, так и на пульсирующий постоянный дифференциальный ток, медленно нарастающие, либо возникающие скачком.

7. По наличию задержки по времени:

- УЗО без выдержки времени – тип общего применения;
- УЗО с выдержкой времени – тип S (селективный).

8. По способу защиты от внешних воздействий:

- УЗО защищенного исполнения, не требующие для своей эксплуатации защитной оболочки;
- УЗО незащищенного исполнения, для эксплуатации которых необходима защитная оболочка.

9. По способу монтажа:

- УЗО поверхностного монтажа;
- УЗО утопленного монтажа;

– УЗО панельно-щитового монтажа.

10. По характеристике мгновенного расцепления (для УЗО со встроенной защитой от сверхтоков):

– типа В;

– типа С;

– типа D.

9.4 ОСНОВНЫЕ НОРМИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ УЗО

Номинальное напряжение U_n – действующее значение напряжения, при котором обеспечивается работоспособность УЗО.

$$U_n = 220, 380 \text{ В.}$$

Номинальный ток I_n – значение тока, которое УЗО может пропускать в продолжительном режиме работы.

$$I_n = 6; 16; 25; 40; 63; 80; 100; 125 \text{ А.}$$

Номинальный отключающий дифференциальный ток $I_{\Delta n}$ – значение дифференциального тока, которое вызывает отключение УЗО при заданных условиях эксплуатации.

$$I_{\Delta n} = 0,006; 0,01; 0,03; 0,1; 0,3; 0,5 \text{ А.}$$

Номинальный неотключающий дифференциальный ток $I_{\Delta n0}$ – значение дифференциального тока, которое не вызывает отключение УЗО при заданных условиях эксплуатации.

$$I_{\Delta n0} = 0,5 I_{\Delta n}.$$

Номинальное время отключения T_n – промежуток времени между моментом внезапного возникновения отключающего дифференциального тока и моментом гашения дуги на всех полюсах.

Стандартные значения максимально допустимого времени отключения УЗО типа АС при любом номинальном токе нагрузки и заданных нормами значениях дифференциального тока не должны превышать приведенных в табл. 9.1.

Максимальное время отключения, установленное в табл. 9.1, распространяется также на УЗО типа А.

Таблица 8

Время отключения T_n , с			
$I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$5 I_{\Delta n}$	500 А
0,3	0,15	0,04	0,04

Стандартные значения допустимого времени отключения и неотключения для УЗО типа S при любом номинальном токе нагрузки свыше 25 А и значениях номинального дифференциального тока свыше 0,03 А не должны превышать приведенных в табл. 9.2.

Таблица 9

Дифференциальный ток	$I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$5 I_{\Delta n}$	500 А
Максимальное время отключения	0,5	0,2	0,15	0,15
Минимальное время неотключения	0,13	0,06	0,05	0,04

На Рис.16 показан внешний вид электромеханического УЗО.



Рис. 16. Внешний вид АСТРО*УЗО

Специальное исполнение – УЗО-вилка. Внешний вид приведен на рис. 9.5.



Рис.17. Внешний вид АСТРО*УЗО Φ–1271

УЗО-вилка предназначено для комплектации бытовых электроприборов - холодильников, электроводонагревателей, фенов, стиральных и посудомоечных машин, насосов, электроинструмента и т.п.

9.5 Применение УЗО в различных системах сетей

Применение УЗО в современных электроустановках с системами заземления – *TN-C*, *TN-S*, *TN-C-S*, *TT* и *IT* имеет свои особенности. На рис. 9.6-приведены примеры включения УЗО в различных системах сетей.

На рис. 9.6 приведен пример применения УЗО в электроустановке с системой заземления *TN-S*.

Система *TN-S* обеспечивает лучшие условия электробезопасности при эксплуатации электроустановок и наиболее благоприятен для успешного функционирования УЗО.

На рис. 17 приведен пример применения УЗО в электроустановке с системой заземления *TT*. В этой системе все открытые проводящие части электроустановки присоединены к заземлению, электрически независимому от заземлителя нейтрали источника питания.

До настоящего времени ПУЭ запрещали применение системы *TT* в электроустановках зданий. Согласно ГОСТ Р 50669-94 система *TT* применяется как основная система заземления в случае подключения указанных электроустановок к вводно-распределительным устройствам соседнего

(капитального) здания.

В ПУЭ записано требование обязательного применения УЗО в системе ТТ. При этом номинальный отключающий дифференциальный ток должен быть меньше значения тока замыкания на заземленные открытые проводящие части при напряжении на них 50 В относительно зоны нулевого потенциала. Это означает, что в электроустановках индивидуальных жилых домов, коттеджей, дачных (садовых) домов и других частных сооружений, где не всегда имеется возможность выполнить заземлитель с требуемыми параметрами, необходимо применять систему ТТ с обязательной установкой УЗО. В этом случае требования к значению сопротивления заземлителя значительно снижаются. Допустимые значения сопротивления заземления R_z в зависимости от номинального отключающего дифференциального тока $I_{\Delta n}$ применяемого УЗО приведены в таблице

Таблица 11

Допустимые значения сопротивления заземления в зависимости от номинального отключающего дифференциального тока УЗО

$I_{\Delta n}$, мА	10	30	100	300	500
R_z , Ом	5000	1650	500	165	100

На рис. 17 приведен пример применения УЗО в электроустановке с системой заземления IT. В этой системе значение тока замыкания на землю определяется состоянием изоляции сети относительно земли. При хорошем состоянии изоляции (высоком сопротивлении относительно земли) ток замыкания на землю очень мал. В случае прямого прикосновения человека к токоведущим частям электроустановки ток через тело человека также определяется сопротивлением изоляции и при сопротивлении изоляции выше определенного значения не представляет опасности для жизни.

Таким образом, уровень сопротивления изоляции является в сетях IT фактором, определяющим как надежность, так и электробезопасность их эксплуатации. Поскольку в сетях IT очень важно поддерживать сопротивление

изоляции на высоком уровне, ведение автоматического постоянного контроля изоляции обязательным электрозащитным мероприятием.

Применение УЗО в сетях *IT* регламентируется ПУЭ следующим образом: "В таких электроустановках для защиты при косвенном прикосновении при первом замыкании на землю должно быть выполнено защитное заземление в сочетании с контролем изоляции сети или применены УЗО с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 мА".

В электроустановках системы *IT* устройства контроля изоляции подают сигнал при первом замыкании на землю. Если до устранения первого замыкания происходит второе замыкание на землю, то происходит срабатывание УЗО.

На рис. 17 показано применение УЗО в электроустановке здания системы *TN-C-S*. Здесь *PEN* проводник разделяется на *N* и *PE* проводники не для всей электроустановки здания, а только для ее части. Первый электроприемник установлен в той части электроустановки здания, в которой имеется *PEN* проводник. Второй электроприемник используется в части электроустановки здания, где применяется нулевой защитный проводник.

На рис.17 приведен пример применения УЗО в электроустановке системы *TN-C*.

До настоящего времени большая часть электроустановок в нашей стране работает с системой заземления подобной *TN-C* (без защитного проводника *PE*). В такой электроустановке, при пробое изоляции на корпус электроприемника в случае, если этот корпус не заземлен (например, холодильник или стиральная машина на изолирующем основании), УЗО, включенное в цепь питания электроприемника, не сработает, поскольку нет цепи протекания тока утечки – отсутствует разностный (дифференциальный) ток. При этом на корпусе электроприемника окажется опасный потенциал относительно земли. В этом случае при прикосновении человека к корпусу электроприемника и протекании через его тело тока на землю, превышающего номинальный отключающий дифференциальный ток УЗО $I_{\Delta n}$, последнее отключит электроустановку от сети.

Это означает, что в рассмотренном случае с момента нарушения изоляции и возникновения на корпусе электроприемника электрического потенциала до момента отключения дефектной цепи от сети существует период потенциальной опасности поражения человека. Из вышеизложенного следует, что и в электроустановках с системой заземления *TN-C* применение УЗО также оправдано, поскольку это устройство и в таких электроустановках обеспечивает эффективную защиту от электропоражения.

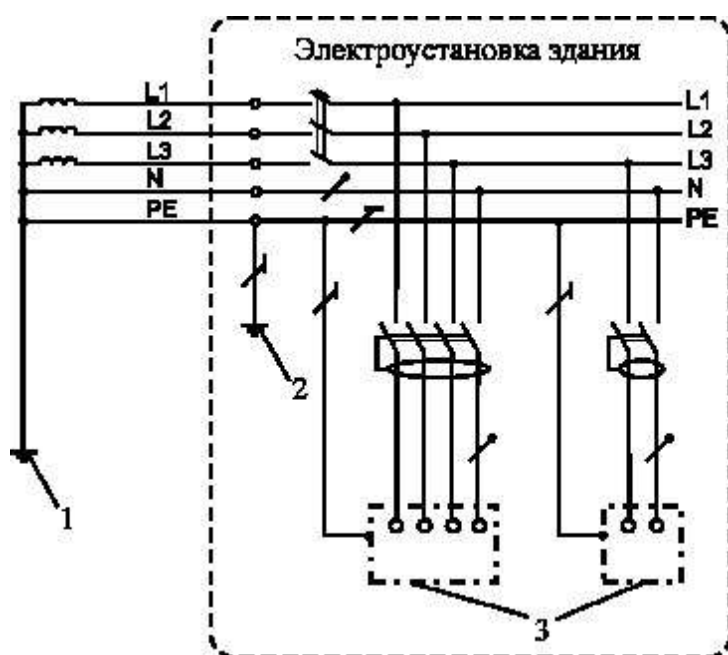


Рис.18. Применение УЗО в системе *TN-S*:

1 – заземление источника питания (на подстанции); 2 – защитное заземление электроустановки здания (во вводном щите); 3 – открытые проводящие части

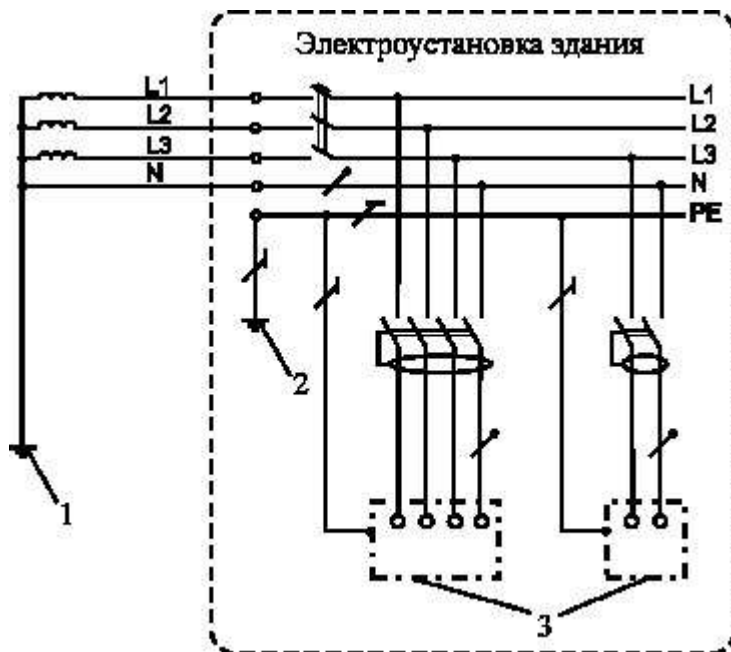


Рис. 19. Применение УЗО в системе *TT*:

1 – заземление источника питания; 2 – защитное заземление электроустановки здания; 3 – открытые проводящие части

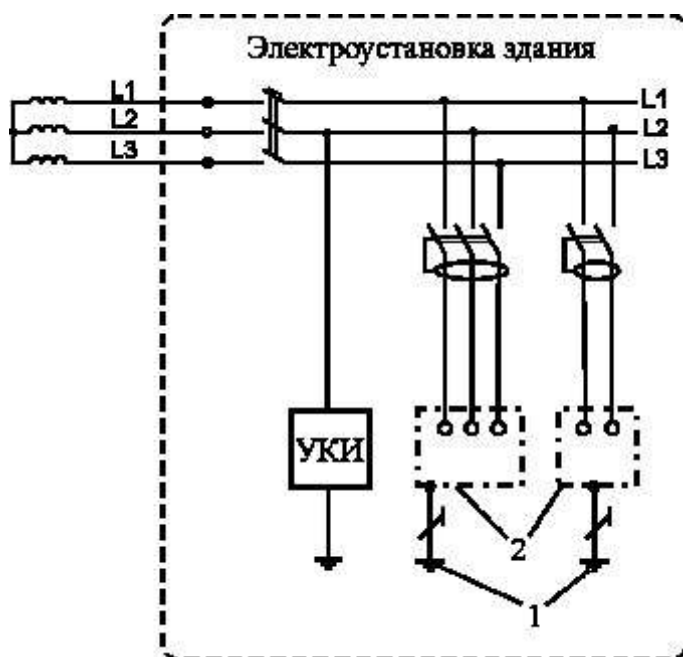


Рис. 20. Применение УЗО в системе *IT*:

1 – защитное заземление электроустановки здания; 2 – открытые проводящие части; УКИ – устройство контроля изоляции

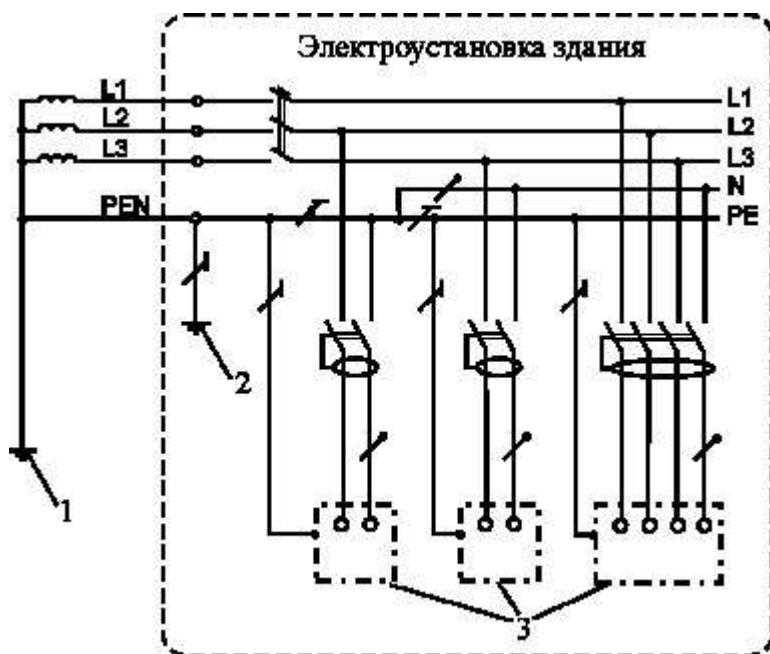


Рис. 21 Применение УЗО в системе *TN-C-S*:

1 – заземление источника питания; 2 – защитное заземление электроустановки здания; 3 – открытые проводящие части

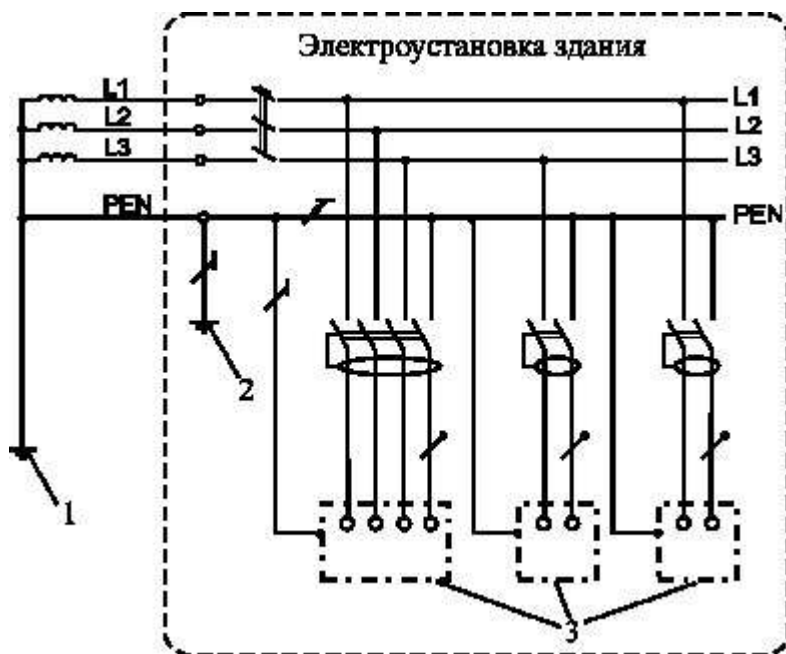


Рис. 22. Применение УЗО в системе *TN-C*:

1 – заземление источника питания; 2 – защитное заземление электроустановки здания; 3 – открытые проводящие части

9.6 ТИПИЧНЫЕ ОШИБКИ ПРИ МОНТАЖЕ УЗО

Наиболее распространенной ошибкой при монтаже УЗО является подключение к УЗО нагрузки, в цепи которой имеется соединение нулевого рабочего проводника N с открытыми проводящими частями электроустановки или соединение с нулевым защитным проводником РЕ (рис. 9.11а). В этом случае довольно высока вероятность «ложного» срабатывания УЗО.

При монтаже УЗО или проведении модернизации распределительных щитков с применением УЗО возможны следующие ошибки:

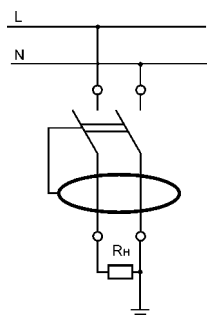
- объединение нулевых рабочих проводников N различных УЗО в зоне их защиты (при этом ток нагрузки является дифференциальным для обоих УЗО и одно из них или оба срабатывают (рис. 9.11б);
- подключение нагрузки к нулевому рабочему проводнику N до УЗО (в этом случае ток нагрузки будет дифференциальным для УЗО и оно сработает) (рис. 9.11в);
- подключение нагрузки к нулевому рабочему проводнику N другого УЗО (при этом ток нагрузки является дифференциальным для обоих УЗО и одно из них или оба срабатывают) (рис. 9.11г.).

При монтаже розеток или распаечных коробок электроустановки в зоне защиты УЗО случайное соединение нулевого рабочего проводника N с защитным проводником РЕ вызывает срабатывание УЗО (рис. 9.11д):

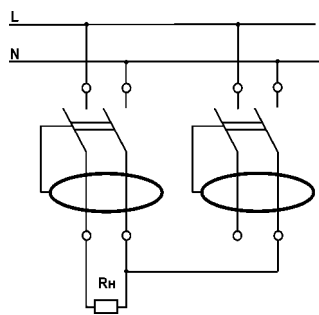
- при подключении нагрузки к розетке ;
- при подключении любой нагрузки вне зоны защиты УЗО (по перемычке течет дифференциальный ток).

При подключении четырехполюсных УЗО возможно ошибочное подключение на его клеммы одноименных фаз (это не влияет на работу однофазных потребителей) . В этом случае проверка работоспособности УЗО с помощью кнопки «Тест» недостоверна, поскольку несрабатывание УЗО не означает, что оно неработоспособно.

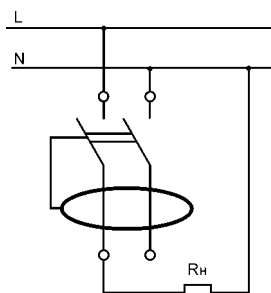
При подключении четырехполюсных УЗО в однофазную сеть, в некоторых случаях, когда не принимается во внимание схема внутренних соединений УЗО, также возможно несрабатывание устройства при нажатии кнопки «Тест».



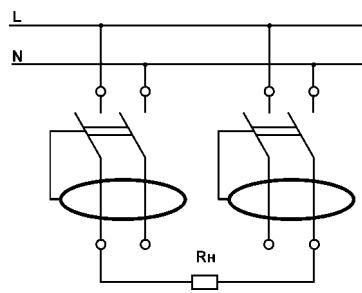
а) соединение N-проводника с заземлением (или РЕ-проводником) на стороне нагрузки



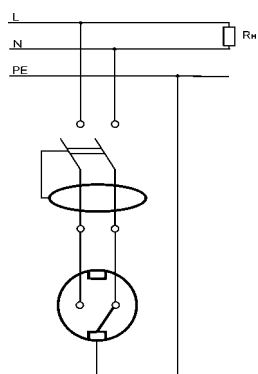
б) объединение N-проводников в зоне защиты УЗО



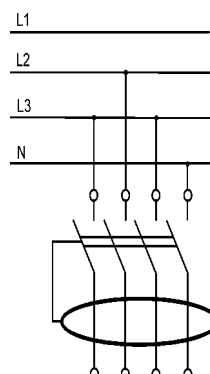
в) подключение нагрузки к N-проводнику до УЗО



г) подключение нагрузки к N-проводнику другого УЗО



д) перемычка в розетке между N- и РЕ-проводниками



е) подключение к УЗО одноименных фаз

Рис. 23. Типичные ошибки при монтаже УЗО

10. Молниезащита зданий и сооружений.

Термины и определения

Удар молнии в землю - электрический разряд атмосферного происхождения между грозовым облаком и землей, состоящий из одного или нескольких импульсов тока.

Точка поражения - точка, в которой молния соприкасается с землей, зданием или устройством молниезащиты. Удар молнии может иметь несколько точек поражения.

Устройство молниезащиты - система, позволяющая защитить здание или сооружение от воздействий молнии. Она включает в себя внешние и внутренние устройства. В частных случаях молниезащита может содержать только внешние или только внутренние устройства.

Устройства защиты от прямых ударов молнии (молниеотводы) - комплекс, состоящий из молниеприемников, токоотводов и заземлителей.

Устройства защиты от вторичных воздействий молнии - устройства, ограничивающие воздействия электрического и магнитного полей молнии.

Молниеприемник - часть молниеотвода, предназначенная для перехвата молний.

Токоотвод (спуск) - часть молниеотвода, предназначенная для отвода тока молнии от молниеприемника к заземлителю.

Заземляющее устройство - совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

Заземнитель - проводящая часть или совокупность соединенных между собой проводящих частей, находящихся в электрическом контакте с землей непосредственно или через проводящую среду.

Заземляющий контур - заземляющий проводник в виде замкнутой петли вокруг здания в земле или на ее поверхности.

Сопротивление заземляющего устройства - отношение напряжения на заземляющем устройстве к току, стекающему с заземлителя в землю.

Опасное искрение - недопустимый электрический разряд внутри защищаемого объекта, вызванный ударом молнии.

Безопасное расстояние - минимальное расстояние между двумя проводящими элементами вне или внутри защищаемого объекта, при котором между ними не может произойти опасного искрения.

Устройство защиты от перенапряжений - устройство, предназначенное для ограничения перенапряжений между элементами защищаемого объекта (например, разрядник, нелинейный ограничитель перенапряжений или иное защитное устройство).

Отдельно стоящий молниеотвод - молниеотвод, молниеприемники и токоотводы которого расположены таким образом, чтобы путь тока молнии не имел контакта с защищаемым объектом.

Молниеотвод, установленный на защищаемом объекте - молниеотвод, молниеприемники и токоотводы которого расположены таким образом, что часть тока молнии может растекаться через защищаемый объект или его заземлитель.

Зона защиты молниеотвода - пространство в окрестности молниеотвода заданной геометрии, отличающееся тем, что вероятность удара молнии в объект, целиком размещенный в его объеме, не превышает заданной величины.

Допустимая вероятность прорыва молнии - предельно допустимая вероятность P удара молнии в объект, защищаемый молниеотводами.

10.1. Краткие сведения о разрядах молнии и их параметрах

Молния представляет собой электрический разряд длиной в несколько километров, развивающийся между грозовым облаком и землей или каким-либо наземным сооружением.

Разряд молнии начинается с развития лидера - слабо светящегося канала с током в несколько сотен ампер.

По направлению движения лидера - от облака вниз или от наземного сооружения вверх - молнии разделяются на нисходящие и восходящие. Данные о нисходящих молниях накапливались продолжительное время в нескольких регионах земного шара. Сведения о восходящих молниях появились лишь в последние десятилетия, когда начались систематические наблюдения за грозопоражаемостью очень высоких сооружений, например Останкинской телевизионной башни.

Лидер нисходящей молнии возникает под действием процессов в грозовом облаке, и его появление не зависит от наличия на поверхности земли каких-либо сооружений. По мере продвижения лидера к земле с наземных объектов могут возбуждаться направленные к облаку встречные лидеры. Соприкосновение одного из них с нисходящим лидером (или касание последнего поверхности земли) определяет место удара молнии в землю или какой-либо объект.

Восходящие лидеры возбуждаются с высоких заземленных сооружений, у вершин которых электрическое поле во время грозы резко усиливается. Сам факт появления и устойчивого развития восходящего лидера определяет место поражения. На равнинной местности восходящие молнии поражают объекты высотой более 150 м, а в горных районах возбуждаются с остроконечных элементов рельефа и сооружений меньшей высоты и потому наблюдаются чаще.

Рассмотрим сначала процесс развития и параметры нисходящей молнии. После установления сквозного лидерного канала следует главная стадия разряда - быстрая нейтрализация зарядов лидера, сопровождающаяся ярким свечением и нарастанием тока до пиковых значений, варьирующихся от единиц до сотен килоампер. При этом происходит интенсивный разогрев канала (до десятков тысяч кельвин) и его ударное расширение, воспринимаемое на слух как раскат грома. Ток главной стадии состоит из одного или нескольких последовательных импульсов, наложенных на непрерывную составляющую. Большинство импульсов тока имеет отрицательную полярность. Первый импульс при общей длительности в несколько сотен микросекунд имеет длину

фронта от 3 до 20 мкс; пиковое значение тока (амплитуда) варьируется в широких пределах: в 50% случаев (средний ток) превышает 30, а в 1-2% случаев 100 кА. Примерно в 70% нисходящих отрицательных молний за первым импульсом наблюдаются последующие с меньшими амплитудами и длиной фронта: средние значения соответственно 12 кА и 0,6 мкс. При этом крутизна (скорость нарастания) тока на фронте последующих импульсов выше, чем для первого импульса.

Ток непрерывной составляющей нисходящей молнии варьируется от единиц до сотен ампер и существует на протяжении всей вспышки, продолжающейся в среднем 0,2 с, а в редких случаях 1-1,5 с.

Заряд, переносимый в течение всей вспышки молнии, колеблется от единиц до сотен кулон, из которых на долю отдельных импульсов приходится 5-15, а на непрерывную составляющую 10-20 Кл.

Нисходящие молнии с положительными импульсами тока наблюдаются примерно в 10% случаев. Часть из них имеет форму, аналогичную форме отрицательных импульсов. Кроме того, зарегистрированы положительные импульсы с существенно большими параметрами: длительностью около 1000 мкс, длиной фронта около 100 мкс и переносимым зарядом в среднем 35 Кл. Для них характерны вариации амплитуд тока в очень широких пределах: при среднем токе 35 кА в 1-2% случаев возможно появление амплитуд свыше 500 кА.

Накопленные фактические данные о параметрах нисходящих молний не позволяют судить об их различиях в разных географических регионах. Поэтому для всей территории СССР их вероятностные характеристики приняты одинаковыми.

Восходящая молния развивается следующим образом. После того как восходящий лидер достиг грозового облака, начинается процесс разряда, сопровождающийся примерно в 80% случаев токами отрицательной полярности. Наблюдаются токи двух типов: первый - непрерывный безимпульсный до нескольких сотен ампер и длительностью в десятки доли секунды, переносящий заряд 2-20 Кл; второй характеризуется наложением на

длительную безимпульсную составляющую коротких импульсов, амплитуда которых в среднем составляет 10-12 кА и лишь в 5% случаев превышает 30 кА, а переносимый заряд достигает 40 Кл. Эти импульсы сходны с последующими импульсами главной стадии нисходящей отрицательной молнии.

В горной местности восходящие молнии характеризуются более длительными непрерывными токами и большими переносимыми зарядами, чем на равнине. В то же время вариации импульсных составляющих тока в горах и на равнине отличаются мало. На сегодняшний день не выявлена связь между токами восходящей молнии и высотой сооружений, с которых они возбуждаются. Поэтому параметры восходящих молний и их вариации оцениваются как одинаковые для любых географических регионов и высот объектов.

10.2. Характеристики грозовой деятельности

В целом по территории земного шара плотность ударов молнии варьируется практически от нуля в приполярных областях до 20-30 разрядов на 1 км² земли за год во влажных тропических зонах. Для одного и того же региона возможны вариации от года к году, поэтому для достоверной оценки плотности разрядов в землю необходимо многолетнее усреднение.

10.3. Количество поражений молнией наземных сооружений

При подсчете числа поражений нисходящими молниями используется следующее представление: возвышающийся объект принимает на себя разряды, которые в его отсутствие поразили бы поверхность земли определенной площади (так называемую поверхность стягивания). Эта площадь имеет форму круга для сосредоточенного объекта (вертикальной трубы или башни) и форму прямоугольника для протяженного объекта, например, воздушной линии

электропередачи. Число поражений объекта равно произведению площади стягивания на плотность разрядов молнии в месте его расположения.

Оценим как часто возможны поражения молнией объектов разных размеров и формы. Например, при средней продолжительности гроз 40-60 ч в год в сосредоточенный объект высотой 50 м (например, дымовую трубу) можно ожидать не более одного поражения за 3-4 года, а в здание высотой 20 м и размерами в плане 10х100 м (типичное по габаритам для многих видов производства) - не более одного поражения за 5 лет. Таким образом, при умеренных размерах зданий и сооружений (высоте в пределах 20-50 м, длине и ширине примерно 100 м) поражение молнией является редким событием. Для небольших строений (с габаритами примерно 10 м) ожидаемое количество поражений молнией редко превышает 0,02 за год, а это значит, что за весь срок их службы может произойти не более одного удара молнии. По этой причине для некоторых небольших строений (даже при низкой огнеустойкости) выполнение молниезащиты вообще не предусматривается или существенно упрощается.

Для сосредоточенных объектов число поражений нисходящими молниями растет в квадратичной зависимости от высоты и в районах с умеренной продолжительностью гроз при высоте объектов около 150 м составляет один-два за год. С сосредоточенных объектов большей высоты возбуждаются восходящие молнии, количество которых также пропорционально квадрату высоты. Такое представление о поражаемости высоких объектов подтверждают наблюдения, проводимые на Останкинской телевизионной башне высотой 540 м: ежегодно в нее происходит около 30 ударов молнии и более 90% из них приходится на восходящие разряды, число поражений нисходящими молниями сохраняется на уровне одного-двух в год. Таким образом, для сосредоточенных объектов высотой более 150 м количество поражений нисходящими молниями мало зависит от высоты.

10. 4. Опасные воздействия молнии

Воздействия молнии принято подразделять на две основные группы: первичные, вызванные прямым ударом молнии, и вторичные, индуцированные близкими ее разрядами или занесенные в объект протяженными металлическими коммуникациями.

Прямой удар молнии вызывает следующие воздействия на объект:

электрические, связанные с поражением людей или животных электрическим током и появлением перенапряжений на пораженных элементах. При отсутствии молниезащиты пути растекания тока молнии неконтролируемы и ее удар может создать опасность поражения током, опасные напряжения шага и прикосновения, перекрытия на другие объекты.

При протекании тока молнии по тонким проводникам создается опасность их расплавления и разрыва.

Вторичные проявления молнии связаны с действием на объект электромагнитного поля близких разрядов. Обычно это поле рассматривают в виде двух составляющих: первая обусловлена перемещением зарядов в лидере и канале молнии, вторая - изменением тока молнии во времени. Эти составляющие иногда называют электростатической и электромагнитной индукцией.

Электростатическая индукция проявляется в виде перенапряжения, возникающего на металлических конструкциях объекта и зависящего от тока молнии, расстояния до места удара и сопротивления заземлителя. При отсутствии надлежащего заземлителя перенапряжение может достигать сотен киловольт и создавать опасность поражения людей и перекрытий между разными частями объекта.

Электромагнитная индукция связана с образованием в металлических контурах ЭДС, пропорциональной крутизне тока молнии и площади, охватываемой контуром. Протяженные коммуникации в современных производственных зданиях могут образовывать охватывающие большую площадь контуры, в которых возможно наведение ЭДС в несколько десятков

киловольт. В местах сближения протяженных металлических конструкций, в разрывах незамкнутых контуров создается опасность перекрытий и искрений с возможным рассеянием энергии около десятых долей джоуля.

Еще одним видом опасного воздействия молнии является занос высокого потенциала по вводимым в объект коммуникациям (проводам воздушных линий электропередачи, кабелям, трубопроводам). Он представляет собой перенапряжение, возникающее на коммуникации при прямых и близких ударах молнии и распространяющееся в виде набегающей на объект волны. Опасность создается за счет возможных перекрытий с коммуникации на заземленные части объекта. Подземные коммуникации также представляют опасность, так как могут принять на себя часть растекающихся в земле токов молнии и занести их в объект.

10.5 Классификация зданий и сооружений по устройству молниезащиты

Непосредственное опасное воздействие молнии - это пожары, механические повреждения, травмы людей и животных, а также повреждения электрического и электронного оборудования. Последствиями удара молнии могут быть взрывы и выделение опасных продуктов - радиоактивных и ядовитых химических веществ, а также бактерий и вирусов.

Рассматриваемые объекты могут подразделяться на обычные и специальные.

Обычные объекты - жилые и административные строения, а также здания и сооружения, высотой не более 60 м, предназначенные для торговли, промышленного производства, сельского хозяйства.

Специальные объекты:

объекты, представляющие опасность для непосредственного окружения;

объекты, представляющие опасность для социальной и физической окружающей среды (объекты, которые при поражении молнией могут вызвать вредные биологические, химические и радиоактивные выбросы);

прочие объекты, для которых может предусматриваться специальная молниезащита, например, строения высотой более 60 м, игровые площадки, временные сооружения, строящиеся объекты.

В таблице 7 даны примеры разделения объектов на четыре класса.

Таблица 7

Примеры классификации объектов

Объект	Тип объекта	Последствия удара молнии
Обычный	Жилой дом	Отказ электроустановок, пожар и повреждение имущества. Обычно небольшое повреждение предметов, расположенных в месте удара молнии или задетых ее каналом
	Ферма	Первоначально – пожар и занос опасного напряжения, затем – потеря электропитания с риском гибели животных из-за отказа электронной системы управления вентиляцией, подачи корма и т.д.
	Театр; школа; универмаг; спортивное сооружение	Отказ электроснабжения (например, освещения), способный вызвать панику. Отказ системы пожарной сигнализации, вызывающий задержку противопожарных мероприятий
	Банк; страховая компания; коммерческий офис	Отказ электроснабжения (например, освещения), способный вызвать панику. Отказ системы пожарной сигнализации, вызывающий задержку противопожарных мероприятий. Потери средств связи, сбои компьютеров с потерей данных
	Больница; детский сад; дом для престарелых	Отказ электроснабжения (например, освещения), способный вызвать панику. Отказ системы пожарной сигнализации, вызывающий задержку противопожарных мероприятий. Потери средств связи, сбои компьютеров с потерей данных. Необходимость помощи тяжелобольным и неподвижным людям
	Промышленные предприятия	Дополнительные последствия, зависящие от условий производства – от незначительных повреждений до больших ущербов из-за потерь продукции

	Музеи и археологические памятники	Невосполнимая потеря культурных ценностей
Специальный с ограниченной опасностью	Средства связи; электростанции; пожароопасные производства	Недопустимое нарушение коммунального обслуживания (телекоммуникаций) . Косвенная опасность пожара для соседних объектов
Специальный, представляющий опасность для непосредственного окружения	Нефтеперерабатывающие предприятия; заправочные станции; производства петард и фейерверков	Пожары и взрывы внутри объекта и в непосредственной близости
Специальный, опасный для экологии	Химический завод; атомная электростанция; биохимические фабрики и лаборатории	Пожар и нарушение работы оборудования с вредными последствиями для окружающей среды

При строительстве и реконструкции для каждого класса объектов требуется определить необходимые уровни надежности защиты от прямых ударов молнии (ПУМ). Например, для обычных объектов может быть предложено четыре уровня надежности защиты, указанные в табл.10.5.2.

Таблица 8

Уровни защиты от ПУМ для обычных объектов

Уровень защиты	Надежность защиты от ПУМ
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

Таблица 9

Соответствие параметров тока молнии и уровней защиты

Параметр молнии	Уровень защиты		
	<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III</u> , <u>IV</u>
Пиковое значение тока I , кА	200	150	100
Полный заряд $Q_{\text{полн}}$, Кл	300	225	150
Заряд в импульсе $Q_{\text{имп}}$, Кл	100	75	50
Удельная энергия W/R , кДж/Ом	10 000	5 600	2 500
Средняя крутизна $di/dt_{30/90\%}$, кА/мкс	200	150	100

Таблица 10

Параметры первого импульса тока молнии

Параметр тока	Уровень защиты		
	<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III</u> , <u>IV</u>
Максимум тока I , кА	200	150	100
Длительность фронта T_1 , мкс	10	10	10
Время полуспада T_2 , мкс	350	350	350
Заряд в импульсе $Q_{\text{сум}}^*$, Кл	100	75	50
Удельная энергия в импульсе W/R^{**} , МДж/Ом	10	5,6	2,5

Поскольку значительная часть общего заряда $Q_{\text{сум}}$ приходится на первый импульс, полагается, что общий заряд всех коротких импульсов равен приведенной величине.

****** Поскольку значительная часть общей удельной энергии W/R приходится на первый импульс, полагается, что общий заряд всех коротких импульсов равен приведенной величине.

Таблица 11

Параметры последующего импульса тока молнии

Параметр тока	Уровень защиты		
	<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III</u> , <u>IV</u>
Максимум тока I, кА	50	37,5	25
Длительность фронта T_1, мкс	0,25	0,25	0.25
Время полуспада T_2, мкс	100	100	100
Средняя крутизна а, кА/мкс	200	150	100

Таблица 12

Параметры длительного тока молнии в промежутке между импульсами

Параметр тока	Уровень защиты		
	<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III, IV</u>
Заряд $Q_{дл}^*$, Кл	200	150	100
Длительность T , с	0,5	0,5	0,5

Таблица 13

Значения параметров для расчета формы импульса тока молнии

Параметр	Первый импульс			Последующий импульс		
	Уровень защиты			Уровень защиты		
	<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III, IV</u>	<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III, IV</u>
I , кА	200	150	100	50	37,5	25
h	0,93	0,93	0,93	0,993	0,993	0,993
τ_{ay_1} , мкс	19,0	19,0	19,0	0,454	0,454	0,454
τ_{ay_2} , мкс	485	485	485	143	143	143

10.6 Защита от прямых ударов молнии

Комплекс средств молниезащиты зданий или сооружений включает в себя устройства защиты от прямых ударов молнии (внешняя молниезащитная система - МЗС) и устройства защиты от вторичных воздействий молнии (внутренняя МЗС). В частных случаях молниезащита может содержать только внешние или только внутренние устройства. В общем случае часть токов молнии протекает по элементам внутренней молниезащиты.

Внешняя МЗС может быть изолирована от сооружения (отдельно стоящие молниеотводы - стержневые или тросовые, а также соседние сооружения, выполняющие функции естественных молниеотводов) или может быть установлена на защищаемом сооружении и даже быть его частью.

Внутренние устройства молниезащиты предназначены для ограничения электромагнитных воздействий тока молнии и предотвращения искрений внутри защищаемого объекта.

Токи молнии, попадающие в молниеприемники, отводятся в заземлитель через систему токоотводов (спусков) и растекаются в земле.

Внешняя МЗС в общем случае состоит из молниеприемников, токоотводов и заземлителей. В случае специального изготовления их материал и сечения должны удовлетворять требованиям таблицы 14.

Таблица 14

Материал и минимальные сечения элементов внешней МЗС

Уровень защиты	Материал	Сечение, мм ²		
		молниеприемника	токоотвода	заземлителя
<u>I - IV</u>	Сталь	50	50	80
<u>I - IV</u>	Алюминий	70	25	Не применяется
<u>I - IV</u>	Медь	35	16	50

Указанные значения могут быть увеличены в зависимости от повышенной коррозии или механических воздействий.

Молниеприемники

Молниеприемники могут быть специально установленными, в том числе на объекте, либо их функции выполняют конструктивные элементы защищаемого объекта; в последнем случае они называются естественными молниеприемниками.

Молниеприемники могут состоять из произвольной комбинации следующих элементов: стержней, натянутых проводов (тросов), сетчатых проводников (сеток).

Следующие конструктивные элементы зданий и сооружений могут рассматриваться как естественные молниеприемники:

а) металлические кровли защищаемых объектов при условии, что:

электрическая непрерывность между разными частями обеспечена на долгий срок;

б) металлические конструкции крыши (фермы, соединенная между собой стальная арматура);

в) металлические элементы типа водосточных труб, украшений, ограждений по краю крыши и т.п., если их сечение не меньше значений, предписанных для обычных молниеприемников;

г) технологические металлические трубы и резервуары, если они выполнены из металла толщиной не менее 2,5 мм и проплавление или прожог этого металла не приведет к опасным или недопустимым последствиям;

д) металлические трубы и резервуары, если они выполнены из металла толщиной не менее значения t , приведенного в таблице 10.5.9 и если повышение температуры с внутренней стороны объекта в точке удара молнии не представляет опасности.

Таблица 15

**Толщина кровли, трубы или корпуса резервуара, выполняющих функции
естественного молниеприемника**

Уровень защиты	Материал	Толщина t , мм, не менее
<u>I - IV</u>	Железо	4
<u>I - IV</u>	Медь	5
<u>I - IV</u>	Алюминий	7

Токоотводы

В целях снижения вероятности возникновения опасного искрения токоотводы должны располагаться таким образом, чтобы между точкой поражения и землей:

- а) ток растекался по нескольким параллельным путям;
- б) длина этих путей была ограничена до минимума.

Если молниеприемник состоит из стержней, установленных на отдельно стоящих опорах (или одной опоре), на каждую опору должен быть предусмотрен минимум один токоотвод.

Если молниеприемник состоит из отдельно стоящих горизонтальных проводов (тросов) или из одного провода (троса), на каждый конец троса требуется минимум по одному токоотводу.

Если молниеприемник представляет собой сетчатую конструкцию, подвешенную над защищаемым объектом, на каждую ее опору требуется не менее одного токоотвода. Общее количество токоотводов должно быть не менее двух.

Токоотводы располагаются по периметру защищаемого объекта таким образом, чтобы среднее расстояние между ними было не меньше значений, приведенных в табл 10.5.10

Токоотводы соединяются горизонтальными поясами вблизи поверхности земли и через каждые 20 м по высоте здания.

Таблица 16

**Средние расстояния между токоотводами в зависимости от уровня
защищенности**

Уровень защиты	Среднее расстояние, м
I	10
II	15
III	20
IV	25

Желательно, чтобы токоотводы равномерно располагались по периметру защищаемого объекта. По возможности они прокладываются вблизи углов зданий.

Не изолированные от защищаемого объекта токоотводы прокладываются следующим образом:

если стена выполнена из негорючего материала, токоотводы могут быть закреплены на поверхности стены или проходить в стене;

если стена выполнена из горючего материала, токоотводы могут быть закреплены непосредственно на поверхности стены, так чтобы повышение температуры при протекании тока молнии не представляло опасности для материала стены;

если стена выполнена из горючего материала и повышение температуры токоотводов представляет для него опасность, токоотводы должны располагаться таким образом, чтобы расстояние между ними и защищаемым объектом всегда превышало 0,1 м. Металлические скобы для крепления токоотводов могут быть в контакте со стеной.

Не следует прокладывать токоотводы в водосточных трубах. Рекомендуется размещать токоотводы на максимально возможных расстояниях от дверей и окон.

Токоотводы прокладываются по прямым и вертикальным линиям, так чтобы путь до земли был по возможности кратчайшим. Не рекомендуется прокладка токоотводов в виде петель.

Следующие конструктивные элементы зданий могут считаться естественными токоотводами:

а) металлические конструкции при условии, что:

электрическая непрерывность между разными элементами является долговечной. Они имеют не меньшие размеры, чем требуются для специально предусмотренных токоотводов. Металлические конструкции могут иметь изоляционное покрытие;

- б) металлический каркас здания или сооружения;
- в) соединенная между собой стальная арматура здания или сооружения;
- г) части фасада, профилированные элементы и опорные металлические конструкции фасада при условии, что их размеры соответствуют указаниям, относящимся к токоотводам, а их толщина составляет не менее 0,5 мм.

Металлическая арматура железобетонных строений считается обеспечивающей электрическую непрерывность, если она удовлетворяет следующим условиям:

примерно 50% соединений вертикальных и горизонтальных стержней выполнены сваркой или имеют жесткую связь (болтовое крепление, вязка проволокой);

электрическая непрерывность обеспечена между стальной арматурой различных заранее заготовленных бетонных блоков и арматурой бетонных блоков, подготовленных на месте.

В прокладке горизонтальных поясов нет необходимости, если металлические каркасы здания или стальная арматура железобетона используются как токоотводы.

Заземлители

Во всех случаях, за исключением использования отдельно стоящего молниеотвода, заземлитель молниезащиты следует совместить с заземлителями электроустановок и средств связи. Если эти заземлители должны быть разделены по каким-либо технологическим соображениям, их следует объединить в общую систему с помощью системы уравнивания потенциалов.

Целесообразно использовать следующие типы заземлителей: один или несколько контуров, вертикальные (или наклонные) электроды, радиально расходящиеся электроды или заземляющий контур, уложенный на дне котлована, заземляющие сетки.

Сильно заглубленные заземлители оказываются эффективными, если удельное сопротивление грунта уменьшается с глубиной и на большой глубине оказывается существенно меньше, чем на уровне обычного расположения.

Заземлитель в виде наружного контура предпочтительно прокладывать на глубине не менее 0,5 м от поверхности земли и на расстоянии не менее 1 м от стен. Заземляющие электроды должны располагаться на глубине не менее 0,5 м за пределами защищаемого объекта и быть как можно более равномерно распределенными; при этом надо стремиться свести к минимуму их взаимное экранирование.

Глубина закладки и тип заземляющих электродов выбираются из условия обеспечения минимальной коррозии, а также возможно меньшей сезонной вариации сопротивления заземления в результате высыхания и промерзания грунта.

В качестве заземляющих электродов может использоваться соединенная между собой арматура железобетона, если арматура железобетона используется как заземляющие электроды, повышенные требования предъявляются к местам ее соединений, чтобы исключить механическое разрушение бетона. Если используется преднапряженный бетон, следует учесть возможные последствия протекания тока молнии, который может вызвать недопустимые механические нагрузки.

Молниеприемники и токоотводы жестко закрепляются, так чтобы исключить любой разрыв или ослабление крепления проводников под действием электродинамических сил или случайных механических воздействий (например, от порыва ветра или падения снежного пласта).

10.7 Типовые зоны защиты стержневых и тросовых молниеотводов

Зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода

Стандартной зоной защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой h является круговой конус высотой $h_0 < h$, вершина которого совпадает с вертикальной осью молниеотвода (рис.10.6.1). Габариты зоны определяются двумя параметрами: высотой конуса h_0 и радиусом конуса на уровне земли r_0 .

Приведенные ниже расчетные формулы (табл.10.6.1) пригодны для молниеотводов высотой до 150 м. При более высоких молниеотводах следует пользоваться специальной методикой расчета.

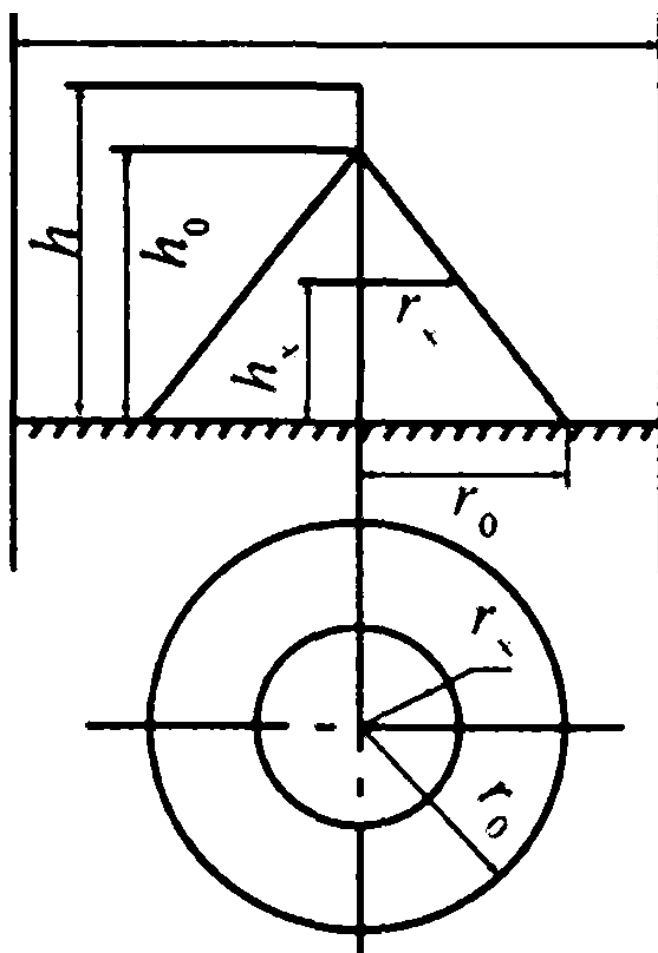


Рис. 23. Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода

Зоны защиты одиночного тросового молниеотвода

Стандартные зоны защиты одиночного тросового молниеотвода высотой h ограничены симметричными двускатными поверхностями, образующими в вертикальном сечении равнобедренный треугольник с вершиной на высоте $h_0 < h$ и основанием на уровне земли $2r_0$ (рис.24).

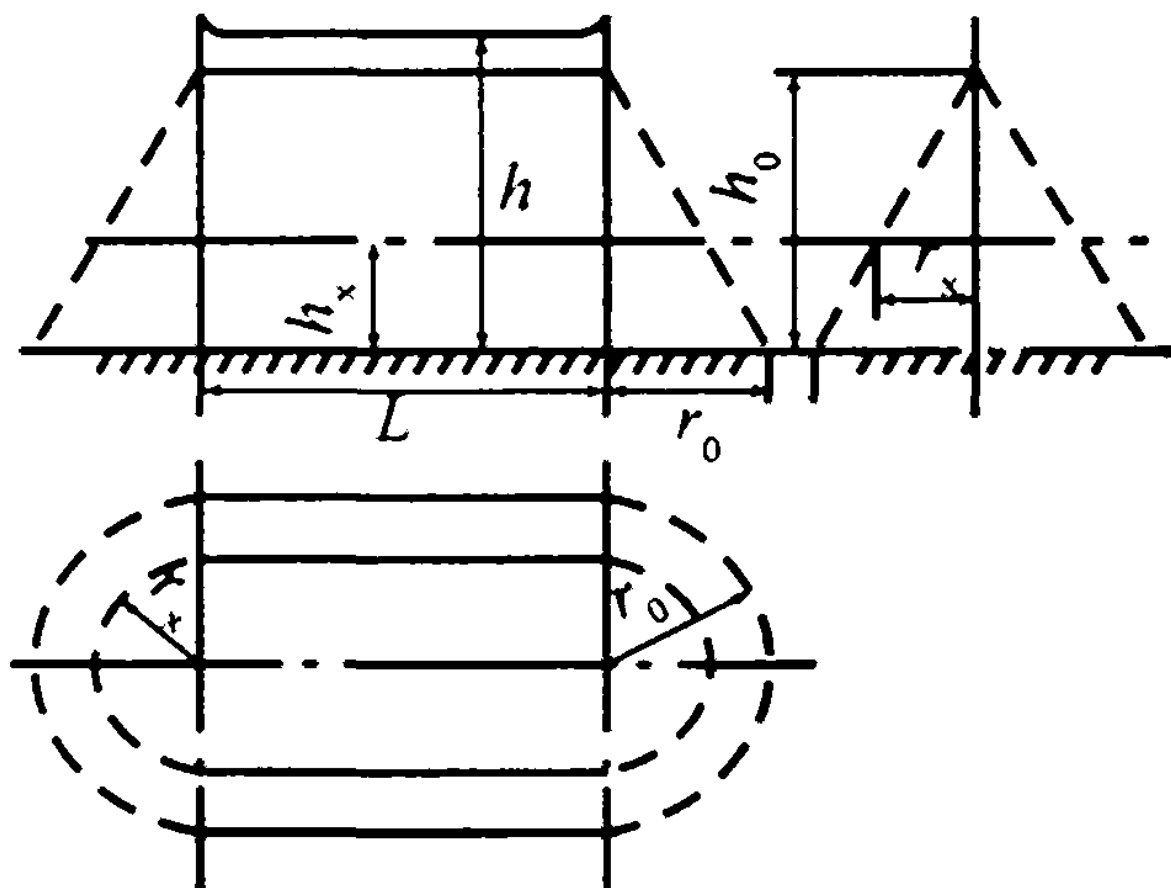


Рис. 24. Зона защиты одиночного тросового молниеотвода.

10.8 Защита от вторичных воздействий молнии

Экранирование

Экранирование является основным способом уменьшения электромагнитных помех.

Металлическая конструкция строительного сооружения используется или может быть использована в качестве экрана. Подобная экранная структура образуется, например, стальной арматурой крыши, стен, полов здания, а также металлическими деталями крыши, фасадов, стальными каркасами, решетками. Эта экранирующая структура образует электромагнитный экран с отверстиями (за счет окон, дверей, вентиляционных отверстий, шага сетки в арматуре, щелей в металлическом фасаде, отверстий для линий электроснабжения и т.п.). Для уменьшения влияния электромагнитных полей все металлические элементы объекта электрически объединяются и соединяются с системой молниезащиты.

Соединения

Соединения металлических элементов необходимы для уменьшения разности потенциалов между ними внутри защищаемого объекта. Соединения находящихся внутри защищаемого пространства и пересекающих границы зон молниезащиты металлических элементов и систем выполняются на границах зон. Осуществлять соединения следует с помощью специальных проводников или зажимов и, когда это необходимо, с помощью устройств защиты от перенапряжений.

Соединения внутри защищаемого объема

Все внутренние проводящие элементы значительных размеров, такие как направляющие лифтов, краны, металлические полы, рамы металлических дверей, трубы, кабельные лотки присоединяются к ближайшей общей шине или другому общему соединительному элементу по кратчайшему пути. Желательны и дополнительные соединения проводящих элементов.

Предполагается, что в соединительных проводниках проходит только незначительная часть тока молнии.

Заземление

Основная задача заземляющего устройства молниезащиты - отвести как можно большую часть тока молнии (50% и более) в землю. Остальная часть тока растекается по подходящим к зданию коммуникациям (оболочкам кабелей, трубам водоснабжения и т.п.) При этом не возникают опасные напряжения на самом заземлителе.

10.9 Устройства защиты от перенапряжений

Устройства защиты от перенапряжений (УЗП) устанавливаются в месте пересечения линией электроснабжения, управления, связи, телекоммуникации границы двух зон экранирования. УЗП координируют для достижения приемлемого распределения нагрузки между ними в соответствии с их стойкостью к разрушению, а также для уменьшения вероятности разрушения защищаемого оборудования под воздействием тока молнии

Меры защиты при использовании внешней системы молниезащиты

Основная задача - нахождение оптимального решения по улучшению внешней системы молниезащиты и по другим мерам.

Усовершенствование внешней системы молниезащиты достигается:

- 1) включением внешней металлической облицовки и крыши здания в систему молниезащиты;
- 2) использованием дополнительных проводников, если арматура соединена по всей высоте здания - от крыши через стены до заземления здания;
- 3) уменьшением промежутков между металлическими спусками и уменьшением шага ячейки молниеприемника;
- 4) установкой соединительных полос (гибких плоских проводников) в местах стыков между соседними, но структурно разделенными блоками. Расстояние между полосами должно быть вдвое меньше расстояния между спусками;
- 5) соединением протяженного провода с отдельными блоками

здания. Обычно соединения необходимы на каждом углу кабельного лотка, и соединительные полосы выполняются как можно короче;

б) защитой отдельными молниеприемниками, соединенными с общей системой молниезащиты, если металлические части крыши нуждаются в защите от прямого удара молнии. Молниеприемник должен находиться на безопасном расстоянии от указанного элемента.

11. Применение огнезащитных покрытий для электроустановок.

Огнезащитные покрытия кабелей применяются для повышения пожарной безопасности эксплуатации кабельных сооружений энергетических предприятий, предотвращения загорания или распространения пожара на наиболее ответственных кабельных линиях управления, защиты, автоматики, электропитания ответственных механизмов и оборудования, а также участков кабелей, где наиболее вероятны механические повреждения или воздействие тепловых и огневых источников. ОЗС, не содержащие токсичных компонентов и органических растворителей, применяются для огнезащиты кабельных линий, расположенных в следующих помещениях и сооружениях:

- на действующих энергетических объектах, построенных и введенных в эксплуатацию до 1981 года, где по конструктивным особенностям электротехнического хозяйства или принятым в проекте компоновочным решениям невозможно оборудование отдельных участков кабельных сооружений автоматическими установками пожаротушения;

- в двойных полах и каналах под панелями помещений распределительных устройств, щитов и систем управления (КРУ, ЦЩУ, БЩУ, РЩУ, АСУ ТП и т.п.);

- в кабельных сооружениях подстанций и гидроэлектростанций, на которых по нормам не предусматривается оборудование автоматических установок

пожаротушения, но требуется повысить уровень надежности работы оборудования и механизмов;

- в кабельных коробах и кабельных конструкциях сооружений топливоподач пылеугольных электростанций.

- в кабельных сооружениях районных котельных, пусковых и пиковых котельных, расположенных на площадках электростанций для повышения надежности их работы при возможном пожаре;

- в технологических галереях и машинных залах дизельных, паротурбинных, газотурбинных и др. электростанций.

Применение ОЗС на основе органических растворителей допускается на кабельных линиях, проложенных открыто, вне зданий и сооружений, при соблюдении дополнительных мер пожарной безопасности и контроля выполненных работ.

В случае необходимости повышения пожарной безопасности эксплуатации кабельных сооружений энергетических предприятий, оборудованных установками автоматического пожаротушения, решение о необходимости дополнительного использования огнезащитных кабельных покрытий принимается главным техническим руководителем.

11.1 Требования к огнезащитным составам и покрытиям

Огнезащитные составы и покрытия должны соответствовать требованиям НПБ 238 "Огнезащитные кабельные покрытия. Общие технические требования и методы испытаний" и иметь сертификаты соответствия, пожарной безопасности, гигиенический.

Огнезащитные составы должны сопровождаться технической документацией по их применению, в которой отражаются следующие показатели и характеристики:

- внешний вид, объемная масса (плотность) и расчетный расход;
- условия хранения и транспортировки состава;
- сведения по технологии нанесения (способы подготовки поверхности, количество слоев и условия сушки, оборудование для нанесения);
- мероприятия по технике безопасности и пожарной безопасности при хранении, транспортировке и применении (для составов на органических растворителях);
- толщина слоя покрытия после высыхания, обеспечивающая огнезащитную эффективность;
- условия эксплуатации (предельные значения влажности, температуры окружающей среды и т.п.);
- гарантийный срок эксплуатации покрытия (срок службы);
- порядок проверки качества нанесенного покрытия;
- протоколы испытаний на нераспространение горения;
- протоколы определения коэффициента снижения допустимых длительных токовых нагрузок;
- сведения о возможности и периодичности замены или восстановления покрытия в зависимости от условий эксплуатации;
- указания по технологии снятия покрытия (в случае необходимости);

- порядок утилизации покрытия.

ОЗС должны обладать свойством адгезии по отношению к материалам оболочек кабелей и ранее нанесенным огнезащитным покрытиям, а также не оказывать агрессивного воздействия на их наружные покровы на протяжении всего срока эксплуатации кабеля.

Огнезащитные покрытия, применяемые в условиях воздействия агрессивных сред, повышенных температур и влажности, других атмосферных воздействий, должны обладать соответствующей стойкостью к указанным факторам, в пределах, указанных в технических условиях.

Нанесенные на кабельные линии огнезащитные покрытия при их нагреве до 150°C не должны иметь растрескиваний, сколов, потеков и других повреждений.

Нормативная толщина огнезащитного покрытия не должна:

- снижать номинальные токовые нагрузки кабельных линий в процессе их эксплуатации;
- увеличивать расчетную температуру нагрева кабеля, находящегося под нагрузкой;
- препятствовать работам по замене кабелей, в том числе, проложенных в пучках.

11.2 Организация и проведение работ по огнезащитной обработке кабелей

Все работы по огнезащите кабелей должны производиться по нарядам, согласно требованию "Межотраслевых правил по охране труда

(правила безопасности) при эксплуатации электроустановок" (ПОТ РМ-016-2001) с обязательной разработкой проектов производства работ (далее - ППР).

ППР должны учитывать действующие в энергетике нормы и правила безопасности при эксплуатации электроустановок, охраны труда, пожарной безопасности, безопасности при выполнении строительно-монтажных работ

В ППР в обязательном порядке должны быть отражены: проведение инструктажей по технике безопасности и пожарной безопасности, оформление наряда на проведение работ, подготовка рабочего места, мероприятия по обеспечению пожарной безопасности, охране труда и меры безопасности при работах в кабельных сооружениях.

ППР разрабатывается и утверждается организацией, привлекаемой к проведению работ по огнезащите кабелей, и согласовывается техническим руководителем энергопредприятия. Выполнение работ без разработки ППР запрещается.

Каждое рабочее место на период проведения работ по огнезащите кабелей должно быть обеспечено первичными средствами пожаротушения.

Места проведения работ в кабельных сооружениях должны быть обеспечены переносными светильниками напряжением не более 12 В с защитной сеткой заводского исполнения и электрическими переносными фонарями (из расчета один фонарь на пять человек).

При проведении огнезащиты кабелей размещение оборудования и материалов не должно препятствовать передвижению персонала энергопредприятия и работе энергетического оборудования, а также экстренной эвакуации в случае возникновения пожара или чрезвычайной ситуации.

При нанесении ОЗС следует принять меры по защите кабельных бирок от попадания на них огнезащитного состава.

На время проведения работ по огнезащитной обработке кабелей необходимо осуществлять мероприятия по защите пожарных извещателей, электрических светильников, технологического оборудования и дренажных устройств от попадания на них огнезащитных составов (загрязнения).

Огнезащитное покрытие следует наносить:

По всей поверхности силовых, одиночных контрольных кабелей и кабелей связи (рис. 25);

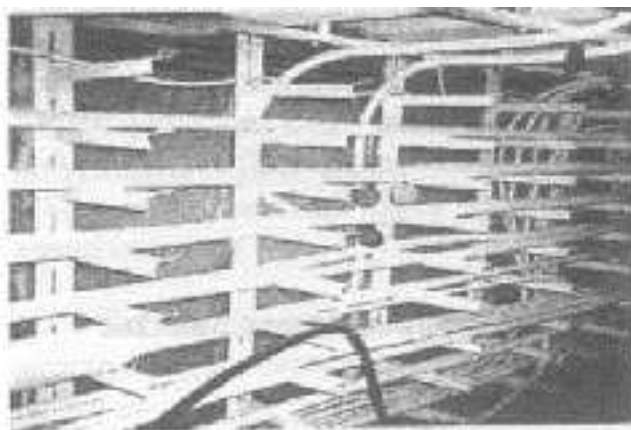


Рис. 25

По всей доступной внешней поверхности ряда контрольных кабелей, проложенных в коробах и лотках многослойно (рис. 26);



Рис. 26

По наружной поверхности ряда контрольных кабелей, уложенных пучками.

Запрещается наносить огнезащитные покрытия на кабели с видимыми повреждениями (порывы, задиры и трещины) оболочек и

защитных шлангов; с загрязнением внешней поверхности оболочек кабелей (следы масел, пыли, грязи, потёков битума и т.п.).

Кабели, имеющие повреждения оболочек и защитных шлангов, должны быть отремонтированы или эти участки предварительно заменены.

Удаление пыли, грязи, подтеков масла и т.п. с поверхности кабелей, подлежащих обработке ОЗС, следует производить пожаробезопасными растворами или моющими препаратами на водной основе. Запрещается применение для этих целей бензина, ацетона и других взрывопожароопасных жидкостей, веществ и материалов, а также использование оборудования и технологий, способных повредить целостность оболочки кабелей.

Одновременно с огнезащитной обработкой кабелей должны проводиться работы по выполнению (восстановлению) огнестойких уплотнений в местах прохода кабелей через строительные конструкции зданий и сооружений для обеспечения нормативного предела огнестойкости в соответствии с требованиями ПУЭ и "Правилами пожарной безопасности для энергетических предприятий" РД 153-34.0-03.301-00 (ВППБ 01-02-95*).

11.3 Эксплуатация кабелей, обработанных огнезащитными составами

Ответственность за состояние огнезащитных покрытий кабелей и соблюдение условий эксплуатации ОКП в соответствии с технической документацией на электростанциях возлагается на начальников электрического цеха и цеха ТАИ; на подстанциях - на начальника подстанции или руководителя группы подстанций.

Внешнее состояние огнезащитных покрытий кабелей должно контролироваться эксплуатационным персоналом или персоналом ОВБ (оперативно-выездной бригады) подстанций не менее одного раза в квартал.

При обнаружении изменения цвета огнезащитного покрытия, наличия пятен, мест вспучивания, трещин и т.п. необходимо поставить в известность

руководство цеха (подстанции) и главного технического руководителя энергопредприятия.

Обнаруженные недостатки должны быть отражены в журнале дефектов оборудования с указанием сроков их устранения.

При проведении работ по дополнительной прокладке (перекладке) кабелей персонал монтажной организации обязан соблюдать меры предосторожности, исключающие повреждение огнезащитного покрытия, ранее нанесенного на кабели. В случае повреждения огнезащитного покрытия необходимо в кратчайшие сроки произвести его восстановление.

Вновь проложенные (переложенные) кабели должны быть покрыты огнезащитным составом, химически совместимым с ранее примененным в данном кабельном сооружении (на кабельной трассе).

Уплотнения в местах прохода кабелей через ограждающие строительные конструкции зданий (сооружений) должны быть восстановлены негорючими материалами.

12. Состав проекта производства работ (ППР).

Разработчик проекта (название организации, юридический адрес, номер лицензии, номер лицензии ГПС).

Основание для разработки проекта (техническое задание, проект огнезащиты, договор).

Объем работ по огнезащите кабелей.

Тип огнезащитного состава (марка, основные характеристики, номера сертификатов и технических условий, производитель состава).

Мероприятия по электробезопасности.

Требования к оформлению наряда на производство работ.

Порядок проведения инструктажей по технике безопасности и пожарной безопасности.

Порядок подготовки рабочего места.

Порядок подготовки кабельных линий перед нанесением на них огнезащитного состава (способы и методы очистки, обезжиривания, удаления старого огнезащитного покрытия и т.п.).

Порядок подготовки огнезащитного состава.

Хранение огнезащитного состава.

Порядок нанесения огнезащитного состава на кабели (способы нанесения слоев, их количество и интервалы времени, необходимые для полного высыхания слоев).

Порядок выполнения (восстановления) огнестойких уплотнений кабельных линий и проходов кабелей через ограждающие конструкции.

Мероприятия по технике безопасности при хранении, транспортировке и нанесении огнезащитных составов.

Противопожарные мероприятия при выполнении работ, обеспеченность рабочих мест первичными средствами пожаротушения.