

**ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ****ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК**

**О.И. Жилин,**  
доцент кафедры "Охрана труда, промышленная безопасность и энергобезопасность" Московского института энергобезопасности и энергосбережения, кандидат технических наук, доцент

В основу статьи положены данные официальной статистики и требования нормативных документов. Автор на основе анализа причин возникновения пожаров от электрического тока ставит цель – сформировать представление о необходимости системного подхода к процессу организации и обеспечения пожарной безопасности электроустановок, его многофакторности. Материал статьи носит обзорный характер и не предполагает детализации конкретных мероприятий.

### 1. Статистические данные о пожарах, возникших по причине нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования

По данным, представленным в журнале "Пожарная безопасность" и на сайте МЧС [www.mchs.gov.ru](http://www.mchs.gov.ru), в период с 2001 по 2006 год доля пожаров по причине нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования в Российской Федерации

составляла от 19 до 21,4% от общего их количества (рис.1).

Доля ущерба от данных пожаров в период с 2004 по 2006 год представлена на рис.2.

За первые шесть месяцев текущего года нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования стало причиной каждого пятого пожара (19,4%), а доля ущерба от них составила 24,2%.

Таким образом, анализ представленной информации позволяет сделать следующие выводы:

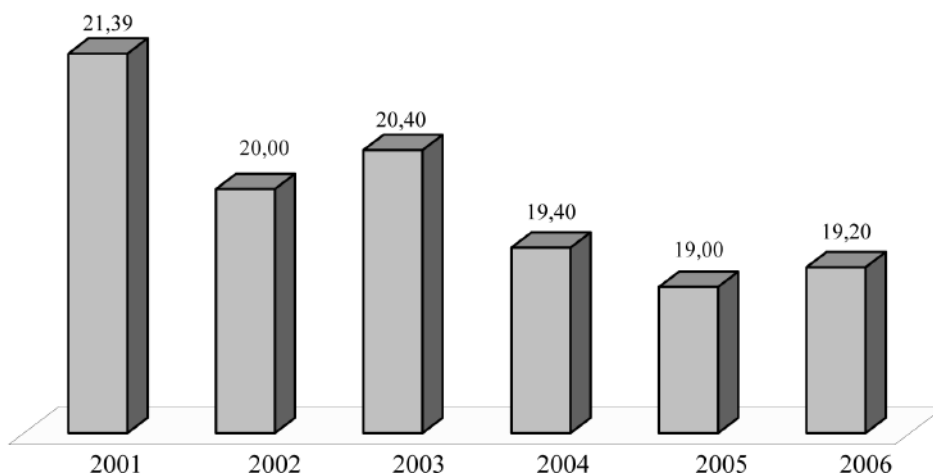
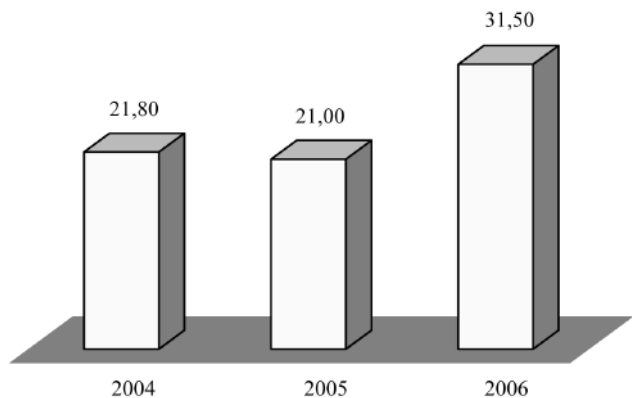


Рис.1. Доля пожаров, возникших в результате нарушения правил устройства и эксплуатации электроустановок (в процентах)



**Рис.2. Доля ущерба от пожаров, возникших в результате нарушения правил устройства и эксплуатации электроустановок (в процентах)**

- значительное количество пожаров в Российской Федерации происходит в результате нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования;
- доля ущерба от данных пожаров превышает среднестатистические данные;
- отсутствует положительная стабильность в динамике приведенных показателей.

## 2. Основные причины пожаров от электрического тока

Известно, что электрический ток вызывает нагрев материалов, по которым он протекает. При этом количество выделяемой теплоты зависит от силы тока, продолжительности его прохождения и сопротивления материала:

$$Q = I^2 R \tau,$$

где  $Q$  - количество выделяемой теплоты в результате прохождения электрического тока;

$I$  - сила тока;

$R$  - сопротивление материала;

$\tau$  - продолжительность прохождения тока.

Таким образом, опасность возникновения пожара от электрического тока обусловлена тепловой природой его проявления и горючестью электроизоляционных и других материалов.

По данным статистики основными причинами пожаров от электрического тока являются:

- короткие замыкания;
- перегрузки;
- искрения;
- большие переходные сопротивления;
- перенапряжения;
- удары молний;
- несоблюдение безопасного расстояния от электроустановок до горючих материалов.

При этом наиболее опасным видом электротехнических изделий являются электропроводки, на долю которых приходится до 45% пожаров в электроустановках.

Короткое замыкание представляет замыкание между проводниками или проводом и землей. В результате снижения сопротивления цепи протекания тока его сила многократно возрастает и в значительной степени превышает допустимые пределы.

При этом происходит выделение большого количества теплоты, что вызывает воспламенение изоляции, расплавление материала проводника с выбросом искр. Так температура плавления алюминия 660°C, меди - 1085°C.

Основными причинами возникновения коротких замыканий являются нарушение изоляции в электрических проводах, кабелях и электроприемниках из-за ее старения или механического повреждения и возникновение перенапряжений. Кроме того, замыкание может произойти вследствие попадания в электрооборудование токопроводящих предметов, деформации его элементов или обрыва проводов, прямых ударов молний, влияния неблагоприятных условий окружающей среды (сырость, химическая активность и т.д.). В высоковольтных электроустановках причиной короткого замыкания может стать ионизация воздуха.

Перегрузка электросети заключается в протекании по электрическим проводам и устройствам токов, превышающих допустимые значения. Результат - повышенное тепловыделение, что может привести к пожару. Например, температура воспламенения электроизоляционных материалов из резины 220°C, полиэтилена - 306°C, поливинилхлорида - 560°C. Кроме того, перегрузка электросети может привести к разрушению изоляции проводов и кабелей и ухудшению ее диэлектрических свойств, что снижает срок их службы, способствует появлению и возрастанию токов утечки. В результате данный процесс может закончиться коротким замыканием. Причинами перегрузки электросети могут быть несоответствие сечения проводов и кабелей потребляемой мощности, неправильный выбор аппаратов защиты или их отказ, возникновение токов утечки.

Природа искрений состоит в прохождении тока через воздух. Причиной искрений являются плохие контакты в электрических цепях, в том числе в соединениях проводов и кабелей и их присоединениях к электроустановочным изделиям, в местах подключения в сеть различных потребителей электрической энергии. На практике искрения проявляются в виде нагрева штепсельных разъемов, плавления корпусов электрических розеток, потрескиваний в соединениях и т.д.

Большие переходные сопротивления также обусловлены наличием плохих контактов в местах соединений токоведущих частей.

Явление перенапряжения в основном связано с обрывом общих питающих нулевых проводников, в результате чего в электросети жилых домов, квартир, учреждений напряжение вместо 220 В может возрасти до 380 - 400 В.

В результате воздействия молний в Российской Федерации ежегодно происходит более тысячи пожаров. Молния наряду с термическими и электромагнитными действиями может "занести" высокий потенциал по вводимым в объект коммуникациям, в том числе проводам и кабелям, что может привести к возгоранию электрооборудования и электропроводки.

Несоблюдение безопасных расстояний от электроустановок до горючих материалов может привести к их возгоранию. Так в случае длительного нагрева воспламенение деревянных конструкций возможно при температуре 130 °C.

### 3. Мероприятия по предупреждению пожаров в электроустановках

Процесс обеспечения пожарной безопасности электроустановок представляется целесообразным разделить на ряд этапов (рис.3), каждый из которых включает совокупность соответствующих мероприятий.



Рис.3. Этапы процесса обеспечения пожарной безопасности электроустановок

На основе анализа причин возникновения пожаров от действия электрического тока и требований нормативных документов представляется целесообразным при проектировании акцентировать внимание на следующих мероприятиях:

- выполнение требований по сертификации продукции в области пожарной безопасности;
- выбор видов электропроводок и способов прокладки проводов и кабелей по условиям пожарной безопасности;
- расчет минимальных сечений проводников;
- выбор электрооборудования с учетом взрывопожарной и пожарной опасности объектов, а также других условий окружающей среды (влажность, температура и т.д.), рациональное его размещение;
- защита электрических сетей от коротких замыканий, перегрузки, токов утечки;
- установка молниезащиты.

На втором этапе следует соблюдать требования проекта, качественно выполнять монтаж электроустановочных изделий, электропроводки, заполнять места прохода проводов и кабелей через стены и перегородки огнезащитными составами с установленными пределами огнестойкости, проводить приемо-сдаточные испытания оборудования в соответствии с установленными нормами.

На этапе эксплуатации необходимо своевременно и качественно проводить осмотры, техническое обслуживание, планово-предупредительные ремонты, испытания, модернизацию и реконструкцию электрооборудования.

Система планирования, организации, контроля и реализации данных мероприятий должна функционировать на основе нормативных документов, в том числе таких как:

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ);
2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП);
3. Свод правил СП 31-110-2003 "Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий";
4. Государственные стандарты (ГОСТ Р 50571.1 - ГОСТ Р 50571.28 и т.д.);
5. Технические циркуляры (№7/2004, № 14/2006 и т.д.);

6. Строительные нормы и правила (СНиП 23-05-95\*, СНиП 21-01-97\* и т.д.);

7. Нормы пожарной безопасности (НПБ 105, НПБ 110, НПБ 237, НПБ 246, НПБ 248 и т.д.).

При изложении последующего материала в связи с масштабностью предлагаемой тематики основное внимание будет уделено некоторым вопросам проек-

тирования и эксплуатации электроустановок, связанным с обеспечением их пожарной безопасности.

### 4. Сертификация продукции, применяемой в электроустановках, в области пожарной безопасности

Применяемые в электроустановках оборудование и материалы должны соответствовать требованиям государственных и отраслевых стандартов, а также техническим условиям, утвержденным в установленном порядке, и иметь сертификат соответствия по пожарной безопасности согласно установленным перечням.

Сертификация продукции и услуг в области пожарной безопасности проводится с целью подтверждения соответствия продукции и услуг требованиям пожарной безопасности.

Приказом МЧС России от 8 июля 2002 года №320 утвержден перечень продукции, подлежащей обязательной сертификации в области пожарной безопасности. В него входят кабельная продукция, арматура электромонтажная, кабельные проходки и герметичные кабельные вводы, огнезащитные кабельные покрытия и т.д. Фрагмент данного перечня приведен в табл.1.

Пожарная опасность кабельных линий обусловлена высокой концентрацией горючих изоляционных материалов на единицу длины прокладки, значительной их протяженностью, наличием потенциальных источников зажигания. Применение огнезащиты кабельных покрытий препятствует распространению пламени по кабельным линиям, увеличивает время их функционирования при пожаре, снижает дымовыделение. Например, нанесение на кабель с поливинилхлоридной изоляцией огнезащитного вспучивающего покрытия МПВО толщиной 1,02 мм обеспечивает категорию А по нераспространению горения. Огнезащитные кабельные покрытия должны пройти испытания в соответствии с НПБ 238.

Места пересечения кабелями строительных конструкций с нормируемой огнестойкостью должны иметь предел огнестойкости не ниже, чем у конструкции. Для этого предусматривают огнезащиту кабельных проходок специальными составами или

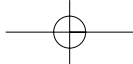


Таблица 1

**Перечень продукции, подлежащей обязательной сертификации в области пожарной безопасности (фрагмент)**

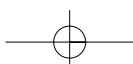
№ п/п	Наименование продукции	Код согласно ОКП	Код согласно ТН ВЭД	Нормативные документы, регламентирующие требования	
				к продукции, с описанием ее характеристик	к методам сертификационных испытаний
<b>Средства обеспечения пожарной безопасности</b>					
1.11	Огнезащитные вещества и материалы	15 1000* ...	3809 ...	НПБ 238 ...	НПБ 238 ...
<b>Вещества и материалы</b>					
2.6	Кабельные короба и каналы, трубы для прокладки кабелей и изолированных проводов из полимерных материалов	22 4700, 22 4800, 22 9295, 34 6474, 57 7210	3916, 3917, 3925 90 200 0, 8547 20 000 0	НПБ 246 (искл. п. 4.4)	НПБ 246 (искл. п. 4.4)
<b>Строительные конструкции и изделия</b>					
3.1	Кабельные проходки и герметичные кабельные вводы (материалы, изделия или сборные конструкции)	22 5430, 57 7250, 34 9740	3214 (кроме 3214 10 900 0), 3506, 6806, 6815	НПБ 237	НПБ 237
<b>Устройства электротехнические и приборы электрические</b>					
4.1.1	Силовые кабели для стационарной прокладки на напряжение до 1 кВ	35 2100**, 35 2200**	8544 59, 8544 60	ГОСТ 12.2.007.14 (п.2), ГОСТ 16442 (п. 2.7), ГОСТ Р МЭК 227-4	НПБ 248 (п. 5.1)
...	...	...	...	...	...
4.1.11	Кабели, не распространяющие горение (включая кабели с индексом "нг" и "н" и другие подобные), для прокладки в пучке	35 2122**, 35 2222**, 35 3114**, 35 3371**, и т.д.	8544 41, 8544 49, 8544 59, 8544 70 000 0	ГОСТ 12.2.007.14 (п. 2)	НПБ 248 (п. 5.2)
...	...	...	...	...	...
4.4	Устройства защитного отключения, управляемые дифференциальным током, используемые в электрических сетях переменного тока с номинальным напряжением не более 440 В и номинальным током не более 200 А	34 2110- 34 2160 34 2210 34 2240 34 2260	8536 30	НПБ 179 НПБ 243	НПБ 179 НПБ 243

материалами, которые подвергаются испытаниям по НПБ 237. Так для заделки одиночных трубчатых кабельных проходок диаметром до 100 мм или проходок коробчатого сечения (100x100) мм может применяться мастика МГКП, которая обеспечивает показатели огнестойкости 1,5 часа при глубине заделки 200 мм и возможность многократного уплотнения и разуплотнения проходок. Для защиты от пожара кабельных проходок больших размеров используются подушки ППУ и ППВ.

Требования к проведению сертификационных испытаний электромонтажной арматуры на пожарную опасность приведены в НПБ 246-97\*. Положения

данных норм распространяются на лотки, короба, плинтусы, трубы и т. п., которые изготовлены из неметаллических материалов и предназначены для прокладки кабелей и изолированных проводов, а также на соединительные и ответвительные коробки. Образец сертификата пожарной безопасности на данный вид продукции приведен на рис.4.

ГОСТ 12176 и НПБ 248 устанавливают общие требования пожарной безопасности и методы испытаний электрических кабелей и проводов, в том числе и 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.

Под пределом распространения горения понимается длина сгоревшей (обуглившейся) части кабеля (пучка кабелей) в условиях испытаний.



**Рис.4. Образец сертификата пожарной безопасности на электромонтажную аппаратуру**

Например, в соответствии с табл. 2 силовые кабели для стационарной прокладки на напряжение до 1 кВ (п. 4.1.1) подвергаются испытаниям по первому методу, а кабели, не распространяющие горения в пучке (п. 4.1.11), - по второму.

По результатам испытаний определяются соответствующие показатели пожарной опасности изделий. Фрагмент классификации кабелей и проводов по показателям пожарной опасности приведен в табл. 2.

В соответствии с ГОСТ 12176-89 категории горючей загрузки А, В и С устанавливаются в зависимости от общего числа отрезков кабеля в испытуемом участке:

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;

Таблица 2

**Классификация кабелей и проводов по показателям пожарной опасности**

Показатель пожарной опасности	Метод определения	Обозначение (код) показателя пожарной опасности	Критерий оценки	Величина критерия оценки показателя пожарной опасности
Предел распространения горения одиночным кабелем (проводом)	П. 5.1	ПРГО 1	Расстояние от нижнего края верхнего зажима до верхней границы поврежденной части образца, мм	≥ 50,0
		ПРГО 2		< 50,0
Предел распространения горения пучком кабелей (проводов)	П. 5.2	ПРГП 1	Длина сгоревшей (обуглившейся) части образца пучка кабелей (проводов), м	< 2,5 по категории А
		ПРГП 2		> 2,5 по категории А, но < 2,5 по категории В
		ПРГП 3		> 2,5 по категории В, но < 2,5 по категории С
		ПРГП 4		> 2,5 по категории С

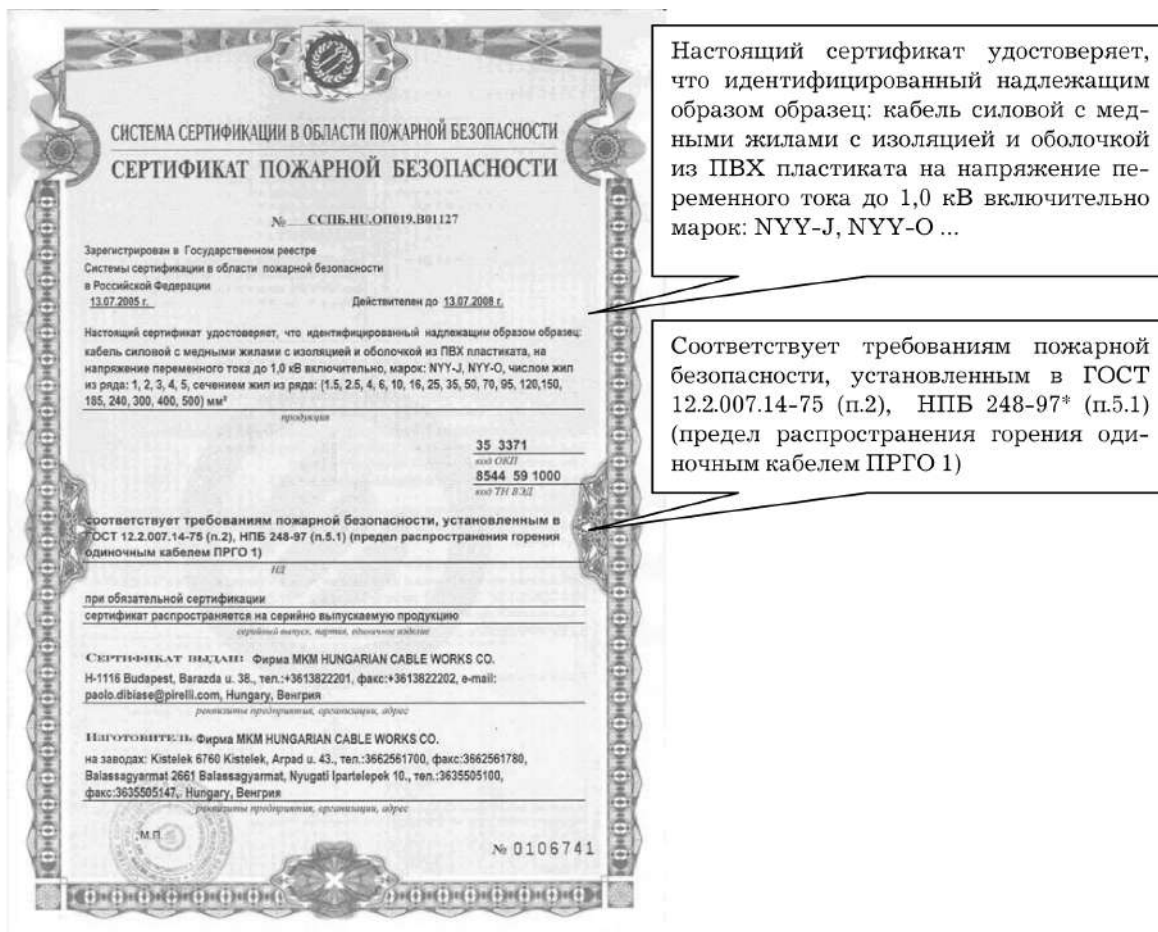


Рис.5. Образец сертификата пожарной безопасности кабелей

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

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

Образец сертификата пожарной безопасности кабелей приведен на рис.5.

Кабели с индексом нг-LS не распространяют горение и обладают низким дымо- и газовыделением, а с индексом нг-НГ не распространяют горение и не содержат галогенов.

### 5. Пожарная безопасность электропроводок

В главе 2.1 шестого издания Правил устройства электроустановок определено, что прокладка проводов и кабелей, труб и коробов с проводами и кабелями по условиям пожарной безопасности должна удовлетворять требованиям табл. 2.1.3. Фрагмент данной таблицы представлен в табл. 3.

Однако деление изделий на несгораемые, трудносгораемые и сгораемые действует только в отношении строительных материалов. Провода и кабели, как было отмечено в предыдущем параграфе, характеризуются пределом распространения горения. Поэтому применение данной таблицы весьма проблематично.

В проекте главы 2.1 "Электропроводки" седьмого издания ПУЭ выбор способов прокладки кабелей и

проводов по условиям пожарной безопасности представлен в следующем виде (табл. 4).

Но данное издание не введено в действие и, следовательно, законной силы не имеет. Поэтому на практике необходимо учитывать иные положения.

Так для выбора видов электропроводки и способов прокладки проводов и кабелей в жилых, общественных, административных и бытовых зданиях следует руководствоваться главой 7.1 ПУЭ и Сводом правил по проектированию и строительству СП 31-110-2003 "Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий".

В соответствии с данными документами внутренние электрические сети в перечисленных зданиях должны быть нераспространяющими горение и выполняться кабелями и проводами с медными жилами\*. Допускается применение в питающих и распределительных сетях кабелей и проводов с алюминиевыми жилами сечением не менее 16 мм<sup>2</sup>. Питание отдельных электроприемников, относящихся к инженерному оборудованию зданий (насосы, вентиляторы, калориферы, установки кондиционирования воздуха и т.п.), кроме оборудования противопожарных установок, допускается выполнять проводами и кабелями с алюминиевыми жилами сечением не менее 2,5 мм<sup>2</sup>.

В целом пожарная безопасность электропроводок обеспечивается:

\* При заделе строительства до 2001 года допускается использование проводов и кабелей с алюминиевыми жилами.

Таблица 3  
**Выбор видов электропроводок и способов прокладки проводов и кабелей по условиям пожарной безопасности**

Вид электропроводки и способ прокладки по основаниям и конструкциям		Провода и кабели
из сгораемых материалов	из негоряемых или трудносгораемых материалов	
<i>Открытые электропроводки</i>		
...	...	...
В трубах и коробах из негоряемых материалов	В трубах и коробах из трудносгораемых и негоряемых материалов	Незащищенные и защищенные провода и кабели в оболочке из сгораемых, трудносгораемых материалов
<i>Скрытые электропроводки</i>		
С подкладкой негоряемых материалов и последующим оштукатуриванием или защитой со всех сторон сплошным слоем других негоряемых материалов	Непосредственно	Незащищенные провода; защищенные провода и кабели в оболочке из сгораемых материалов
...	...	...

Таблица 4  
**Выбор способов прокладки кабелей и проводов по условиям пожарной безопасности (фрагмент)**

Способ прокладки по ГОСТ Р 50571.15, табл. 52Н		Дополнительные условия	Группа горючести строительных конструкций				
№	Описание		НГ	Г1	Г2	Г3	Г4
1	Провода в трубах, проложенных в строительных конструкциях, в т.ч. содержащих теплоизоляционные материалы 	Металлические трубы	+	+	+	-	-
		Неметаллические трубы	+	+	-	-	-
		Металлические трубы с локализационной способностью	+	+	+	+	+
2	Кабели в трубах, проложенных в строительных конструкциях, в т.ч. содержащих теплоизоляционные материалы 	Металлические трубы	+	+	+	+	-
		Неметаллические трубы	+	+	+	-	-
		Металлические трубы с локализационной способностью	+	+	+	+	+
...	...	...	...	...	...	...	

- 1) нераспространением электропроводкой горения;
- 2) неподжиганием электропроводкой строительных конструкций.

Нераспространение электропроводкой горения обеспечивается применением проводов и кабелей, электромонтажной арматуры (трубы, коробка, лотки

и т.п.), не распространяющих горение. При групповой прокладке данных элементов следует учитывать возможность лучистого теплообмена между ними при горении, что требует применения соответствующих технических решений. Например, сближение кабелей до плотного соприкосновения друг с другом.

Таблица 5  
**Способы прокладки электропроводки над непроходными подвесными потолками и внутри сборных перегородок**

Материал подвесного потолка или перегородки	Способы прокладки электропроводки
НГ (негорючие) и Г1 (слабогорючие)	Провода и/или кабели в удовлетворяющих требованиям пожарной безопасности неметаллических трубах и неметаллических коробах, а также кабелями с индексом нг-LS
Г2 (умеренно горючие)	Провода и/или кабели в металлических трубах и металлических коробах со степенью защиты не ниже IP4X
Г3 (нормально горючие)	Кабели в металлических трубах и металлических коробах со степенью защиты не ниже IP4X
Г4 (сильногорючие)	Провода и/или кабели в обладающих локализационной способностью металлических трубах, а также в обладающих локализационной способностью металлических глухих коробах

Неподжигание электропроводкой строительных конструкций из горючих материалов достигается соответствующим сочетанием материалов строительных конструкций и элементов электропроводки.

Например, в соответствии с техническим циркуляром ассоциации "Росэлектромонтаж" №7/2004 и главой 14 СП 31-110-2003 электропроводки в полостях над непроходными подвесными потолками и внутри сборных перегородок рассматриваются как скрытые, и их следует выполнять сменяемыми с учетом горючести материала конструкций (табл.5).

Локализационная способность - это способность стальной трубы выдерживать короткое замыкание в электропроводке, проложенной в ней, без прогорания ее стенок. Толщина стенки трубы зависит от материала и максимального сечения жил проводов и определяется в соответствии с табл.14.1 СП 31-110-2003.

Концы труб и коробов, в которых проложены провода и кабели, должны быть заделаны легкоудаляемым негорючим составом или закрыты торцевыми заглушками, что препятствует поступлению в них воздуха и, соответственно, повышает пожарную безопасность электропроводок.

Соединительные и ответвительные коробки, протяжные ящики и другие ответвительные устройства должны быть изготовлены из негорючих материалов.

Электропроводки во взрывоопасных и пожароопасных зонах следует прокладывать с учетом положений глав 7.3 "Электроустановки во взрывоопасных зонах" и 7.4 "Электроустановки в пожароопасных зонах" ПУЭ.

Другие особенности выбора вида электропроводки и способа прокладки проводов и кабелей представлены в вышеперечисленных и иных нормативных документах, например, в ГОСТ Р 50571.1597.

Минимальное сечение проводов и кабелей в электроустановках напряжением до 1000 В определяется исходя из условий нагрева и коротких замыканий.

Выбор сечений проводников по нагреву осуществляется в соответствии с главой 1.3 ПУЭ с учетом допустимых длительных токов, для определения которых следует знать расчетную мощность сети.

Электрические нагрузки жилых и общественных зданий рассчитываются по СП 31-110-2003.

Найденное значение допустимого длительного тока не должно превышать значений, установленных ПУЭ для определенной конструкции проводов и кабелей. Выполнение этого условия в значительной степени гарантирует пожарную безопасность и нормируемый срок службы проводки при нормальных неаварийных режимах. При небольших перегрузках происходит быстрое старение изоляции и ухудшение ее диэлектрических свойств. Так перегрузка проводов на 25% может привести к сокращению срока их службы до 3-5 месяцев, а при двукратной и большей перегрузке сгораемая изоляция проводников воспламеняется.

Рассчитав значение допустимого длительного тока, следует по соответствующим таблицам главы 1.3 ПУЭ определить сечение токопроводящих жил. Пример фрагмента одной из таблиц приведен ниже.

Таблица 6

**Допустимый длительный ток для проводов и шнуров с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с медными жилами**

Сечение токопроводящей жилы, мм <sup>2</sup>	Ток, А, для проводов, проложенных					
	открыто	в одной трубе				
		двух одножильных	трех одножильных	четырёх одножильных	одного двухжильного	одного трехжильного
0,5	11	-	-	-	-	-
0,75	15	-	-	-	-	-
1	17	16	15	14	15	14
1,2	20	18	16	15	16	14,5
1,5	23	19	17	16	18	15
2	26	24	22	20	23	19
2,5	30	27	25	25	25	21
3	34	32	28	26	28	24
...	...	...	...	...	...	...

Таблица 7

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

Наименование линий	Наименьшее сечение кабелей и проводов с медными жилами, мм <sup>2</sup>
Линии групповых сетей	1,5
Линии от этажных до квартирных щитков и к расчетному счетчику	2,5
Линии распределительной сети (стояки) для питания квартир	4



Наименьшие допустимые сечения кабелей и проводов электрических сетей в жилых зданиях, установленные в главе 7.1 ПУЭ, приведены в табл.7.

## 6. Защита внутренних электрических сетей от коротких замыканий, перегрузок и токов утечки

Для защиты электрических сетей от коротких замыканий и перегрузок применяются плавкие предохранители и автоматические выключатели.

Плавкий предохранитель - это коммутационный элемент, предназначенный для отключения защищаемой цепи путем расплавления защитного элемента.

В общем случае современный предохранитель состоит из двух основных частей: фарфорового основания с металлической резьбой и сменной плавкой вставки, которая при протекании через нее большого тока, вызванного перегрузкой или коротким замыканием, перегорает. Время перегорания зависит от силы тока.

Автоматические выключатели (автоматы) предназначены для защиты электрических сетей от короткого замыкания, перегрузок, а также для ручного отключения и включения линий и потребителей электрической энергии. Они устраняют возможность работы трехфазных устройств в неполнофазном режиме, так как отключаются все фазы. В двух- и трехфазных групповых линиях запрещается использование предохранителей и однополюсных автоматических выключателей.

Конструкции автоматических выключателей различаются расцепителями - устройствами для дистанционного отключения. Автоматы с тепловыми расцепителями, в качестве которых служит биметаллическая пластинка, предназначены для защиты от перегрузок, а с электромагнитными расцепителями - от коротких замыканий. Автоматические выключатели с комбинированным расцепителем имеют и тепловой, и электромагнитный расцепители, поэтому практически мгновенно срабатывают при коротких замыканиях и с выдержкой по времени при перегрузке. В соответствии с п.11.3 СП 31-110-2003 во внутренних сетях жилых и общественных зданий, как правило, следует применять автоматические выключатели с комбинированными расцепителями.

Номинальные токи комбинированных расцепителей автоматических выключателей или плавких вставок предохранителей для защиты групповых линий и вводов квартир, включая линии к электроплитам, должны выбираться в соответствии с расчетными нагрузками.

Неадекватное состояние электропроводки, в том числе старение или повреждение изоляции проводов и кабелей, способствует возникновению токов утечки, под действием которых температура изоляции повышается, что приводит к дальнейшему ее разрушению и росту величины токов утечки. Таким образом, данный процесс приобретает самоускоряющийся характер и в конечном итоге заканчивается самовоспламенением изоляции или находящихся

рядом горючих материалов, либо коротким замыканием. Так опытным путем установлено, что при протекании тока утечки силой 0,5 А через влажные опилки (а это можно отнести и к любой пыли) в течение получаса происходит их самопроизвольное воспламенение. При этом плавкие предохранители и автоматические выключатели, реагирующие лишь на перегрузку или короткое замыкание, такие токи утечки "не заметят".

Предупредить возгорания и пожары, вызванные токами утечки, способны устройства защитного отключения (УЗО). УЗО - это быстродействующий защитный выключатель, реагирующий на дифференциальный ток. Принцип работы УЗО строится на двух широко известных законах физики: правиле сложения токов в узле и законе индукции. В большинстве УЗО, производимых и эксплуатируемых в настоящее время, в качестве датчика дифференциального тока используется трансформатор тока. Фаза и нейтраль проходят через тороидальный сердечник таким образом, что наводимые ими в тороиде поля противоположно направлены. При условии отсутствия утечек в цепи эти поля компенсируют друг друга. В противном случае в обмотке тороида протекает ток (так как токи, текущие по нейтрали и по фазе, не равны). Размер этого тока оценивает реле разностного тока. При превышении определенного порога данное реле вызывает обесточивание цепи.

В зданиях могут применяться УЗО типа "А", реагирующие как на переменные, так и на пульсирующие токи повреждений, или УЗО типа "АС", реагирующие только на переменные токи утечки. Требования по установке УЗО приведены в ПУЭ и иных нормативных документах.

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

## 7. Электроустановки во взрывоопасных зонах

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

В качестве одного из примеров объектов, где электрооборудование должно удовлетворять требованиям главы 7.3 "Электроустановки во взрывоопасных зонах" ПУЭ, можно привести помещения категорий А и Б по взрывопожарной и пожарной опасности.

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

Взрывозащищенное электрооборудование по области его применения подразделяется на две группы:

- рудничное, предназначенное для подземных выработок шахт и рудников (знак группы - I);
- для внутренней и наружной установки (кроме рудничного) (знак группы - II).

Электрооборудование группы II с видами взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка" и (или)

"искробезопасная электрическая цепь" может подразделяться на подгруппы ПА, ПВ, ПС.

В маркировку по взрывозащите электрооборудования группы II в указанной ниже последовательности входят:

- знак уровня взрывозащиты электрооборудования (2, 1, 0);
- знак Ex, указывающий на соответствие электрооборудования стандартам на взрывозащищенное электрооборудование;
- знак вида взрывозащиты (d, i, q и т.д.);
- знак группы или подгруппы электрооборудования (II, ПА, ПВ, ПС);
- знак температурного класса электрооборудования (T1, T2, T3, T4, T5, T6).

В маркировке по взрывозащите могут иметь место дополнительные знаки и надписи в соответствии со стандартами на электрооборудование с отдельными видами взрывозащиты.

Примеры маркировки взрывозащищенного электрооборудования группы II: 2ExdiIIBT5, 1ExqIIT6, 0ExdiIIAT4.

Алгоритм выбора взрывозащищенного электрооборудования группы II представлен на рис.6.

Фрагмент табл. 7.3.3 представлен таблицей 8.

Таблицы 7.3.6 и 7.3.7 ПУЭ, с учетом которых определяются допустимые знаки группы (подгруппы) и температурного класса электрооборудования, можно представить в следующем виде (табл. 9, 10).

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

Классификация взрывоопасных зон приведена в пунктах 7.3.40-7.3.46.

Для определения класса взрывоопасной зоны необходимо установить:

1. Вид вещества, образующего с воздухом взрывоопасную смесь.
2. Место выделения взрывоопасных веществ.
3. Условия выделения взрывоопасных веществ.

В систематизированном виде порядок определения класса взрывоопасной зоны приведен в табл.11.

Класс зоны помещения, смежного с взрывоопасной зоной другого помещения, определяется в соответствии с табл. 7.3.9 ПУЭ.

Исходя из класса взрывоопасной зоны по табл. 7.3.10-7.3.12 определяется уровень взрывозащиты или степени защиты электрооборудования. Пример одной из таблиц представлен ниже.

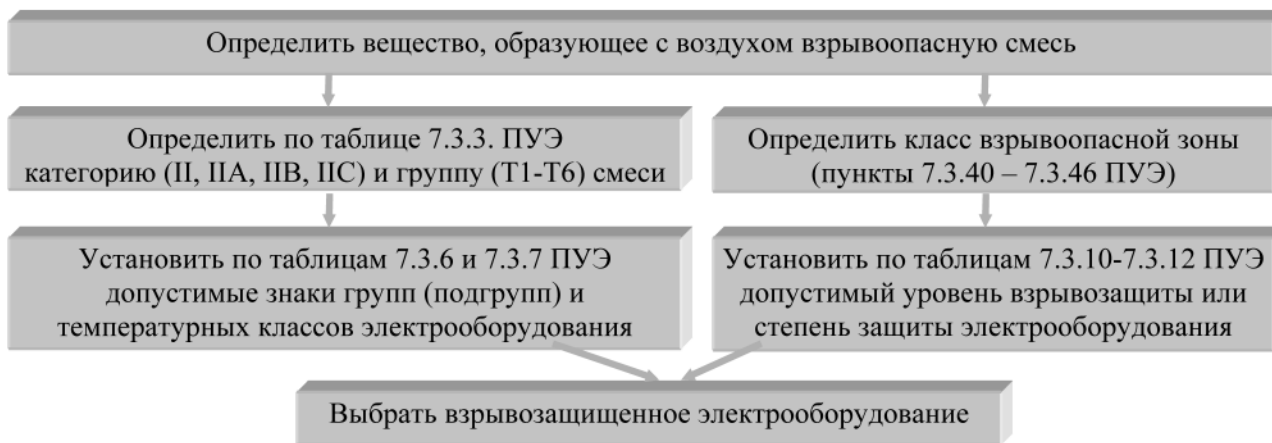


Рис.6. Алгоритм выбора взрывозащищенного электрооборудования группы II

Таблица 8

Распределение взрывоопасных смесей по категориям и группам

Категория смеси	Группа смеси	Вещества, образующие с воздухом взрывоопасную смесь
I	T1	Метан (рудничный)*
IIА	T1	Аммиак, аллил хлоридный, ацетон, ацетонитрил, бензол, ...
	T2	Алкилбензол, амилацетат, ангидрид уксусный, ацетилацетон, ацетил хлористый, ацетопропилхлорид, бензин Б95/130, ...
	T3	Бензины: А-66, А-72, А-76, ...
	T4	Ацетальдегид, альдегид изомасляный, альдегид масляный, ...
IIВ	...	...
IIС	T1	Водород, водяной газ, светильный газ, водород 75 % + азот 25 %
	T2	Ацетилен, метилдихлорсилан
	T3	Трихлорсилан
	T5	Сероуглерод

Таблица 9

**Выбор допустимых знаков группы (подгруппы) электрооборудования с видами взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка" и (или) "искробезопасная электрическая цепь"**

Категория смеси	ПА	ПВ	ПС
Допустимые знаки группы (подгруппы) электрооборудования	II, ПА, ПВ, ПС	II, ПВ, ПС	II, ПС

Таблица 10

**Выбор допустимых знаков температурного класса электрооборудования**

Температура самовоспламенения смеси, °С	Выше 450	Выше 300 до 450	Выше 200 до 300	Выше 135 до 200	Выше 100 до 135	Выше 85 до 100
Группа смеси	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Допустимые знаки температурного класса электрооборудования	T1-T6	T2-T6	T3-T6	T4-T6	T5, T6	T6

Таблица 11

**Порядок определения класса взрывоопасной зоны**

Вид взрывоопасных веществ	Место выделения взрывоопасных веществ	Условия выделения взрывоопасных веществ	Класс взрывоопасной зоны
Горючие газы, ЛВЖ	В помещениях	При нормальных режимах работы	В-I
		При авариях или неисправностях	В-Ia
		При авариях или неисправностях, если имеется одна из особенностей: НКПВ 15%, резкий запах, небольшие количества веществ и другие признаки, снижающие опасность	В-Iб
	Вне помещений		В-Iг
Горючие пыли или волокна с НКПВ 65 г/м <sup>3</sup>	В помещениях	При нормальных режимах работы	В-II
		При авариях или неисправностях	В-IIa

Таблица 12

**Допустимый уровень взрывозащиты или степень защиты электрических светильников в зависимости от класса взрывоопасной зоны**

Класс взрывоопасной зоны	Уровень взрывозащиты или степень защиты
Стационарные светильники	
В-I	Взрывобезопасное
В-Ia, В-Iг	Повышенной надежности против взрыва
В-Iб	Без средств взрывозащиты. Степень защиты IP53*
В-II	Повышенной надежности против взрыва (при соблюдении требований 7.3.63 ПУЭ)
В-IIa	Без средств взрывозащиты (при соблюдении требований 7.3.63) Степень защиты IP53*

\* Допускается изменение степени защиты оболочки от проникновения воды (2-я цифра обозначения) в зависимости от условий среды, в которой устанавливаются светильники.

**8. Электроустановки в пожароопасных зонах**

Пожароопасной зоной называется пространство внутри и вне помещений, в пределах которого постоянно или периодически обращаются горючие (сгораемые) вещества и в котором они могут находиться при нормальном технологическом процессе или при его нарушениях.

Определение границ и класса пожароопасных зон должно производиться технологами совместно с электриками проектной или эксплуатационной организации.

Классификация пожароопасных зон приведена в пунктах 7.4.3-7.4.6 ПУЭ.

Для определения класса пожароопасной зоны необходимо установить:

1. Место нахождения пожароопасных веществ.
2. Вид пожароопасного вещества.

В систематизированном виде порядок определения класса пожароопасной зоны приведен в табл.13.

менное и качественное проведение технического обслуживания, планово-предупредительного ремонта, испытаний, модернизации, реконструкции.

Таблица 13

Порядок определения класса пожароопасной зоны

Место нахождения пожароопасных веществ	Вид пожароопасных веществ	Класс пожароопасной зоны
В помещениях	Горючие жидкости	П-I
	Горючие пыли или волокна с НКПВ > 65 г/м <sup>3</sup>	П-II
	Твердые горючие вещества	П-IIa
Вне помещений	Горючие жидкости, твердые горючие вещества	П-III

В пожароопасных зонах применяется электрооборудование, имеющее соответствующую степень защиты оболочки по ГОСТ 14254-96.

Для обозначения степени защиты электрооборудования и электротехнических изделий приняты буквы IP, за которыми следуют две цифры. Первая цифра указывает, что оболочка обеспечивает защиту людей от доступа к опасным частям, а также защиту оборудования, находящегося внутри оболочки, от проникновения внешних твердых предметов. Вторая цифра обозначает степень защиты, обеспечиваемую оболочками в отношении вредного воздействия на оборудование в результате проникновения воды.

Например, в соответствии с таблицей 7.4.3 ПУЭ в пожароопасных зонах класса П-I светильники с лампами накаливания должны иметь минимальную степень защиты IP53. При этом допускается изменять вторую цифру в зависимости от условий среды, в которой устанавливаются светильники.

Требования к видам электропроводок и способам прокладки проводов и кабелей в пожароопасных зонах также установлены в главе 7.4 ПУЭ. Так провода и кабели должны иметь покров и оболочку из материалов, не распространяющих горение. Применение кабелей с горючей полиэтиленовой изоляцией не допускается.

### 9. Обеспечение пожарной безопасности при эксплуатации электроустановок

Эксплуатацию электроустановок должен осуществлять подготовленный электротехнический персонал. При отсутствии соответствующей профессиональной подготовки работники, принимаемые для выполнения работ в электроустановках, до допуска к самостоятельной работе должны пройти обучение в специализированных учебных учреждениях. Основные требования к персоналу и его подготовке приведены в главах 1.4, 1.7 Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей.

Потребитель\* обязан обеспечить содержание электроустановок в работоспособном состоянии и их эксплуатацию в соответствии с требованиями нормативно-технических документов, в том числе своевре-

Конкретные сроки испытаний и измерений параметров электрооборудования определяет технический руководитель Потребителя на основе приложения 3 ПТЭЭП.

Например, измерения сопротивления изоляции электропроводок, в том числе осветительных сетей, в особо опасных помещениях и наружных установках производятся один раз в год, в остальных случаях - один раз в 3 года. Проверка устройств защитного отключения производится не реже 1 раза в квартал. В сроки, устанавливаемые системой планово-предупредительного ремонта, проверяется срабатывание защиты при системе питания с заземленной нейтралью (TN-C, TN-C-S, TN-S) путем непосредственного измерения полного сопротивления петли "фаза-нуль" с последующим определением тока короткого замыкания.

Указанная для отдельных видов электрооборудования периодичность испытаний является рекомендуемой и может быть изменена решением технического руководителя Потребителя.

Для видов электрооборудования, не включенных в ПТЭЭП, конкретные нормы и сроки испытаний и измерений параметров должен устанавливать технический руководитель Потребителя с учетом инструкций (рекомендаций) заводов-изготовителей. Нормы испытаний электрооборудования иностранных фирм должны устанавливаться с учетом указаний фирмы-изготовителя.

Испытания и измерения должны проводиться по программам (методикам), утвержденным руководителем Потребителя, и соответствующим требованиям утвержденных в установленном порядке (рекомендованных) документов, типовых методических указаний по испытаниям и измерениям. Результаты испытаний, измерений и опробований должны быть оформлены протоколами или актами, которые хранятся вместе с паспортами на электрооборудование.

Для проведения испытаний и измерения необходимы соответствующие устройства. Например, для измерения параметров однофазной электрической сети, в том числе полного сопротивления петли "фаза-нуль" и определения тока короткого замыкания, можно применять приборы "ВЫМПЕЛ" и "ВЕКТОР", а для проверки устройств защитного отключения - устройства "ВЕГА-100" и "ВЕГА-500". Данные приборы разработаны и изготовлены науч-

\* Под Потребителем понимается организация, индивидуальный предприниматель, а также гражданин-владелец электроустановок напряжением выше 1000 В.

но-производственной фирмой Московского института энергобезопасности и энергосбережения "Приборы Мосгосэнергонадзора", обладают гарантированной точностью измерений в течение всего межповорочного интервала, высокой чувствительностью, многофункциональностью, надежностью, включены в Государственный реестр средств измерений и по своим характеристикам не уступают японским, польским и другим зарубежным аналогам.

По истечении установленного нормативно-технической документацией срока службы все технологические системы и электрооборудование должны подвергаться техническому освидетельствованию комиссией, возглавляемой техническим руководителем Потребителя, или специализированной организацией с целью оценки их состояния, установления сроков дальнейшей работы и условий эксплуатации. Результаты работы комиссии должны отражаться в акте и технических паспортах технологических систем и электрооборудования с обязательным указанием срока последующего освидетельствования.

В ходе осмотров электроустановок, то есть визуального их обследования, следует обращать внимание на внешние признаки пожароопасных состояний. Например, обугливание или разрушение изоляции, деформация элементов электрооборудования, ослабление или окисление контактных соединений, нагрев частей электроустановок, запах горелой резины, соприкосновение электронагревательных приборов с горючими материалами и т.д. Также следует оценивать состояние общих питающих нулевых проводников и контактов в местах их присоединений.

В соответствии с Правилами пожарной безопасности в Российской Федерации (ППБ 01-03) электроустановки и бытовые электроприборы в помещениях, в которых по окончании рабочего времени отсутствует дежурный персонал, должны быть обесточены, за исключением дежурного освещения, установок пожаротушения и противопожарного водоснабжения, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Другие электроустановки и электротехнические изделия (в том числе в жилых помещениях) могут оставаться под напряжением, если это обусловлено их функциональным назначением и (или) предусмотрено требованиями инструкции по эксплуатации.

При эксплуатации действующих электроустановок запрещается:

- использовать электроприемники в условиях, не соответствующих требованиям инструкций организаций-изготовителей, или имеющие неисправности, которые в соответствии с инструкцией по эксплуатации могут привести к пожару;
- эксплуатировать провода и кабели с поврежденной или потерявшей защитные свойства изоляцией;
- пользоваться поврежденными розетками, рубильниками, другими электроустановочными изделиями;
- обертывать электролампы и светильники бумагой, тканью и другими горючими материалами, а также эксплуатировать светильники со снятыми колпаками (рассеивателями), предусмотренными конструкцией светильника;
- пользоваться электроутюгами, электроплитками, электрочайниками и другими электронагревательными приборами, не имеющими устройств тепловой защиты, без подставок из негорючих теплоизоляционных материалов, исключающих опасность возникновения пожара;
- применять нестандартные (самодельные) электронагревательные приборы, использовать некалиброванные плавкие вставки или другие самодельные аппараты защиты от перегрузки и короткого замыкания;
- размещать (складировать) у электрощитов, электродвигателей и пусковой аппаратуры горючие (в том числе легковоспламеняющиеся) вещества и материалы.
- применять электронагревательные приборов при отсутствии или неисправности терморегуляторов, предусмотренных конструкцией.

Не допускается прокладка и эксплуатация воздушных линий электропередачи (в том числе временных и проложенных кабелем) над горючими кровлями, навесами, а также открытыми складами (штабелями, скирдами и др.) горючих веществ, материалов и изделий.

Организации, их должностные лица и граждане, нарушившие требования пожарной безопасности, несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.

#### Литература

1. Правила устройства электроустановок. Минтопэнерго России. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: ЗАО "Энергосервис", 1998. - 608 с.
2. Правила устройства электроустановок. - 7-е изд., - М.: ЗАО "Энергосервис".
3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Госэнергонадзор Минэнерго России. - М.: ЗАО "Энергосервис", 2003. - 392 с.
4. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации (ППБ 01-03). - М.: ВНИИПО, 2003.
5. Свод правил СП 31-110-2003 "Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий". - М.: МИЭЭ, 2004. - 128 с.
6. Шалыгин А.А. Технические циркуляры Ассоциации "Росэлектромонтаж" 2004-2006 гг. Дополнения к ПУЭ седьмого издания. - М.: МИЭЭ, 2007. - 60 с.
7. Феськов Е.М. Пожарная безопасность электропроводок. Вопросы и ответы: Пособие по проектированию. - М.: УИЦ НИИПроектэлектромонтаж (АНО), 2005. - 36 с.
8. Костарев Н.П., Черкасов В.Н. Методы оценки пожарной безопасности электроустановок: Учеб. пособие. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2002. - 107 с.
9. Корякин-Черняк С.Л. Справочник домашнего электрика. - 2 изд. перераб. и доп. - СПб.: Наука и техника, 2004. - 480 с.: ил.