

Г.И. Мещанов, канд. техн. наук, генеральный директор;

М.К. Каменский, канд. техн. наук, заведующий лабораторией; А.А. Фрик, научный сотрудник;

ОАО «ВНИИКП»

РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА И РАСШИРЕНИЕ ОБЛАСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ ТИПОВ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫХ КАБЕЛЕЙ В РОССИИ

Начиная с 2001 года предприятия Ассоциации «Электрокабель» приступили к освоению промышленного выпуска электрических кабелей, которые в значительной мере соответствуют современному комплексу требований по показателям пожарной безопасности, предусмотренным национальными нормами пожарной безопасности и международными стандартами МЭК. В настоящее время производство кабелей, не распространяющих горение при групповой прокладке (исполнение «нг» и «нг-LS»), выросло более чем в 5 раз по сравнению с 2002 годом. При этом производство кабелей на основе поливинилхлоридных композиций пониженной пожарной опасности с низким дымо- и газовыделением освоено на 20 кабельных предприятиях. Одновременно для удовлетворения потребности атомных электростанций освоен весь ассортимент специальных типов кабелей на основе полимерных композиций, не содержащих галогенов, и кабелей огнестойкого исполнения, сохраняющих работоспособность при пожаре.

В связи с ростом потребления кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжения 1–35 кВ взамен кабелей с пропитанной бумажной изоляцией ОАО «ВНИИКП» были разработаны и освоены в промышленном производстве конструкции кабелей, не распространяющих горение, которые с учетом их соответствия требованиям ГОСТ Р 51330.13–99, часть 14, разрешены для применения в пожароопасных и взрывоопасных зонах [1].

Хотя основная номенклатура пожаробезопасных кабелей в России создавалась для объектов использования атомной энергии, в последние годы эти кабели получили широкое применение в промышленном и жилищном строительстве, на предприятиях транспорта и нефтегазового комплекса. При этом с учетом общей тенденции использования кабелей в странах Европы российские потребители проявляют интерес к кабелям пожаробезопасного исполнения на основе полимерных композиций, не содержащих галогенов.

Создается основа для формирования нормативной базы для более широкого применения таких кабелей. Так, с учетом требований Московского метрополитена создана новая серия силовых и контрольных

кабелей, не распространяющих горение и огнестойких, на напряжение до 10 кВ, которые в перспективе должны заменить аналогичные кабели на основе ПВХ-композиций и кабели с пропитанной бумажной изоляцией. Производство таких кабелей освоено на ОАО «Иркутсккабель» по ТУ 16.К71-374–2006.

Отличительной особенностью кабелей для метро является наличие брони, необходимость в которой обусловлена защитой кабелей от механических повреждений при прокладке и эксплуатации в стесненных условиях. Базовые конструкции силовых кабелей на напряжения 0,6/1 и 6/10 кВ показаны на рис. 1 и 2. Изоляция кабелей на напряжения 0,6/1, 1,7/3 и 3,6/6 кВ выполнена из силанольносшитого полиэтилена, кабелей на напряжение 6/10 кВ – из пероксидносшиваемой полиэтиленовой композиции. Заполнение, внутренняя и наружная оболочки изготовлены из безгалогенных композиций с высоким кислородным индексом (КИ ≥ 55 – у материала для заполнения, КИ ≥ 50 – у материала оболочки).

Экспериментально было установлено, что для обеспечения требований ГОСТ Р МЭК 60332–3–21 по нераспространению горения многожильных брониро-

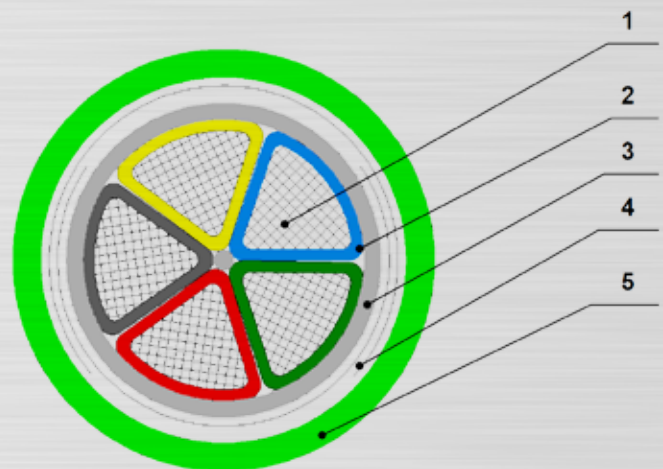


Рис. 1. Конструкция кабеля марки ПвБПнг(А)-НФ на напряжение 1 кВ: 1 – токопроводящая жила; 2 – изоляция; 3 – внутренняя оболочка; 4 – броня; 5 – наружная оболочка

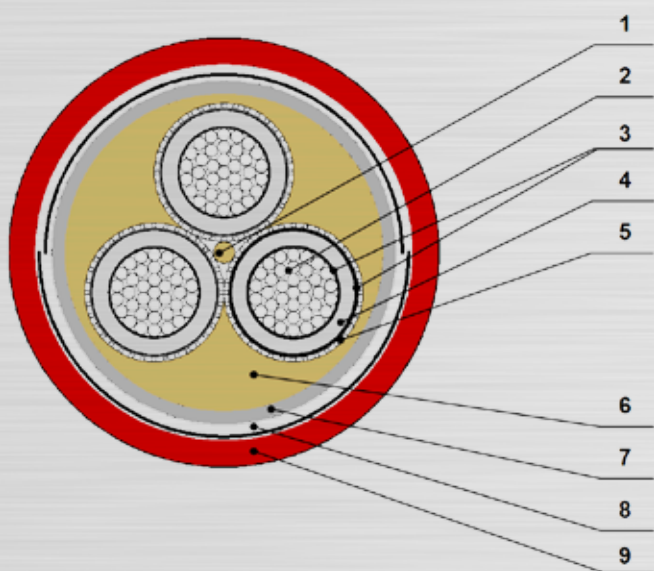


Рис. 2. Конструкция кабеля марки ПвБПнг(А)-HF на напряжение 10 кВ:
 1 – кордель; 2 – токопроводящая жила;
 3 – электропроводящие экструдированные экраны;
 4 – изоляция; 5 – металлический экран; 6 – заполнение;
 7 – внутренняя оболочка; 8 – броня;
 9 – наружная оболочка

ванных кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена необходимо, чтобы значения эквивалентного кислородного индекса конструкций кабеля были не менее значений, приведенных в табл. 1. Этим условиям удовлетворяют конструкции бронированных многожильных кабелей на напряжения 6 и 10 кВ, у которых соотношение номинальных толщин наружной и внутренней оболочек не менее 1,75. Для одножильных кабелей постоянного напряжения соотношение толщины наружной и внутренней оболочек для кабелей на напряжение 3 кВ должно быть не менее 1,4 и для кабелей на напряжение 1 кВ – 1,2.

Таблица 1

Марка кабеля	Номинальное напряжение, кВ	Значение эквивалентного КИ
ПвБПнг(А)-HF	0,6/1	33
	3,6/6	41
	6/10	41

В соответствии с требованиями норм пожарной безопасности при проектировании кабельных коммуникаций выбор типов кабелей для прокладки в кабельных помещениях осуществляется с учетом объема горючей массы и удельной теплоты сгорания кабелей. Эти показатели определяют пожарную нагрузку

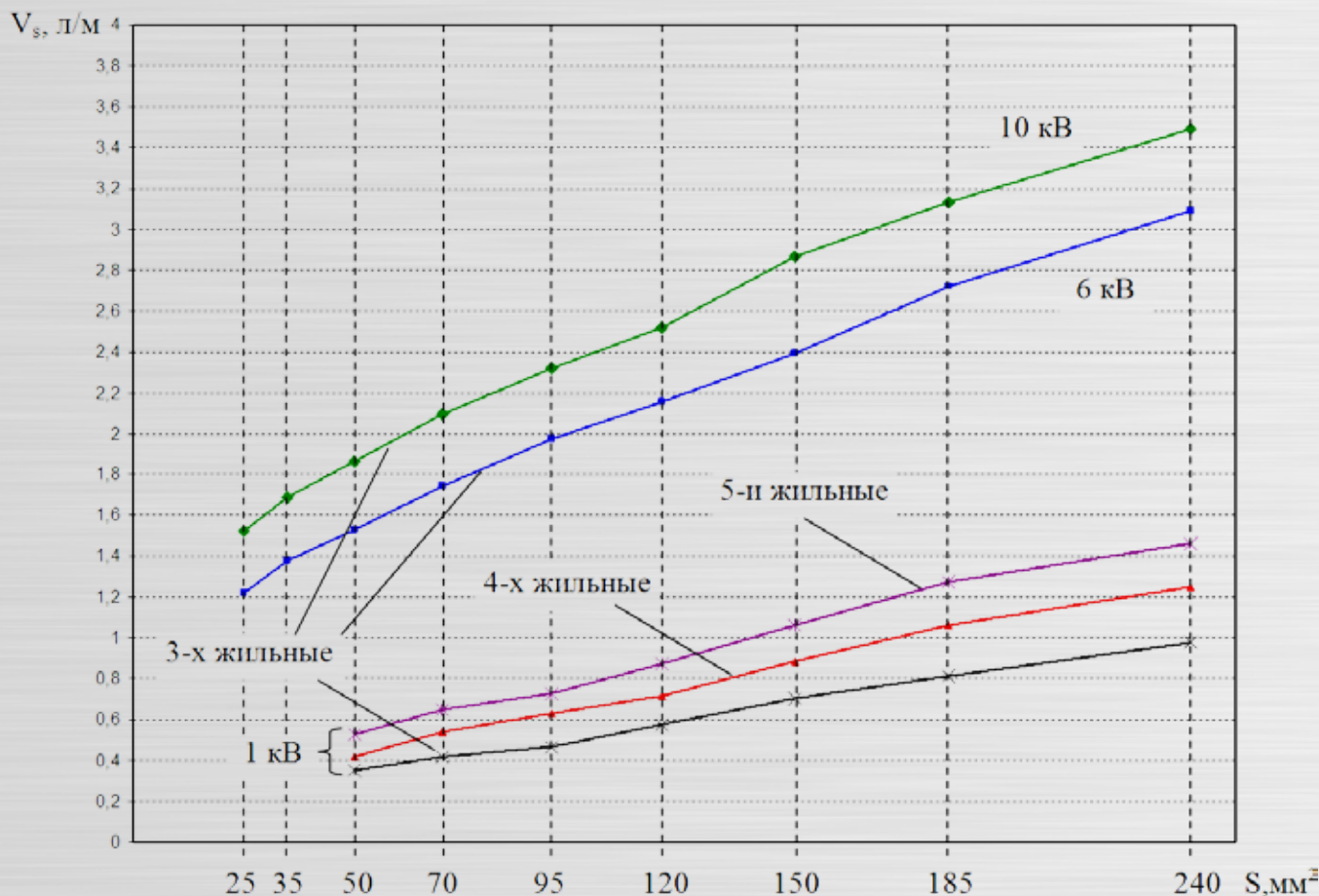


Рис. 3. Зависимость объема горючей массы от номинального сечения многожильных кабелей марки ПвБПнг(А)-HF

в кабельном помещении, и в соответствии с действующими нормами определяется необходимость применения средств огнезащиты и пожаротушения.

На рис. 3 приведены объемы горючей массы (V_s , л/м) в зависимости от номинального сечения многожильных кабелей марки ПвБПнг(А)-HF на напряжения 1, 6 и 10 кВ.

Для практических целей (с погрешностью не более 3 %) теплота сгорания Q_s кабеля конкретного типоразмера может быть рассчитана путем умножения объема горючей массы кабеля V_s на коэффициент пропорциональности:

$$Q_s = K_{\pi} \cdot V_s,$$

где K_{π} – расчетный коэффициент пропорциональности, МДж/л, значения которого для указанных конструкций кабелей приведены в табл. 2.

Таблица 2

Тип кабеля	Значения K_{π} , МДж/л
Кабели на напряжение 0,6/1 кВ:	
– трехжильные	29,0
– четырехжильные	29,2
– пятижильные	29,4
Кабели на напряжение 3,6/6 кВ	24,6
Кабели на напряжение 6/10 кВ	26,9

С учетом того, что кабели в метро проложены в закрытых объемах и что дымообразование при горении кабелей в этих условиях является одним из опасных факторов пожара, при разработке кабелей особое внимание было уделено мерам по снижению выделения дыма при горении. Испытаниями было установлено, что наибольший вклад в дымообразование при горении 3-жильных бронированных кабелей на напряжения 6 и 10 кВ вносит заполнение промежутков между жилами, объем которого в этих конструкциях соизмерим с объемом изоляции. В конструкциях кабелей с секторными жилами на напряжение 0,6/1 кВ и одножильных кабелей, у которых заполнение отсутствует, снижение светопрозрачности при испытании по ГОСТ Р МЭК 61034-2 не превышает 15 %, в то время как при испытании 3-жильных кабелей с круглыми жилами снижение светопрозрачности достигает 30 %, что близко по значению к снижению светопрозрачности аналогичных типов кабелей с заполнением и оболочками из ПВХ-композиций пониженной пожароопасности. Характерные зависимости изменения светопрозрачности при испытании кабелей в камере объемом 27 м³ приведены на рис. 4.

Следует отметить, что в режиме пламенного горения 3-жильных кабелей с оболочками и заполнением из безгалогенных полимерных композиций снижение светопрозрачности не превышает 10 %, в то время как в режиме тления наблюдается значительное снижение светопрозрачности. В этой свя-

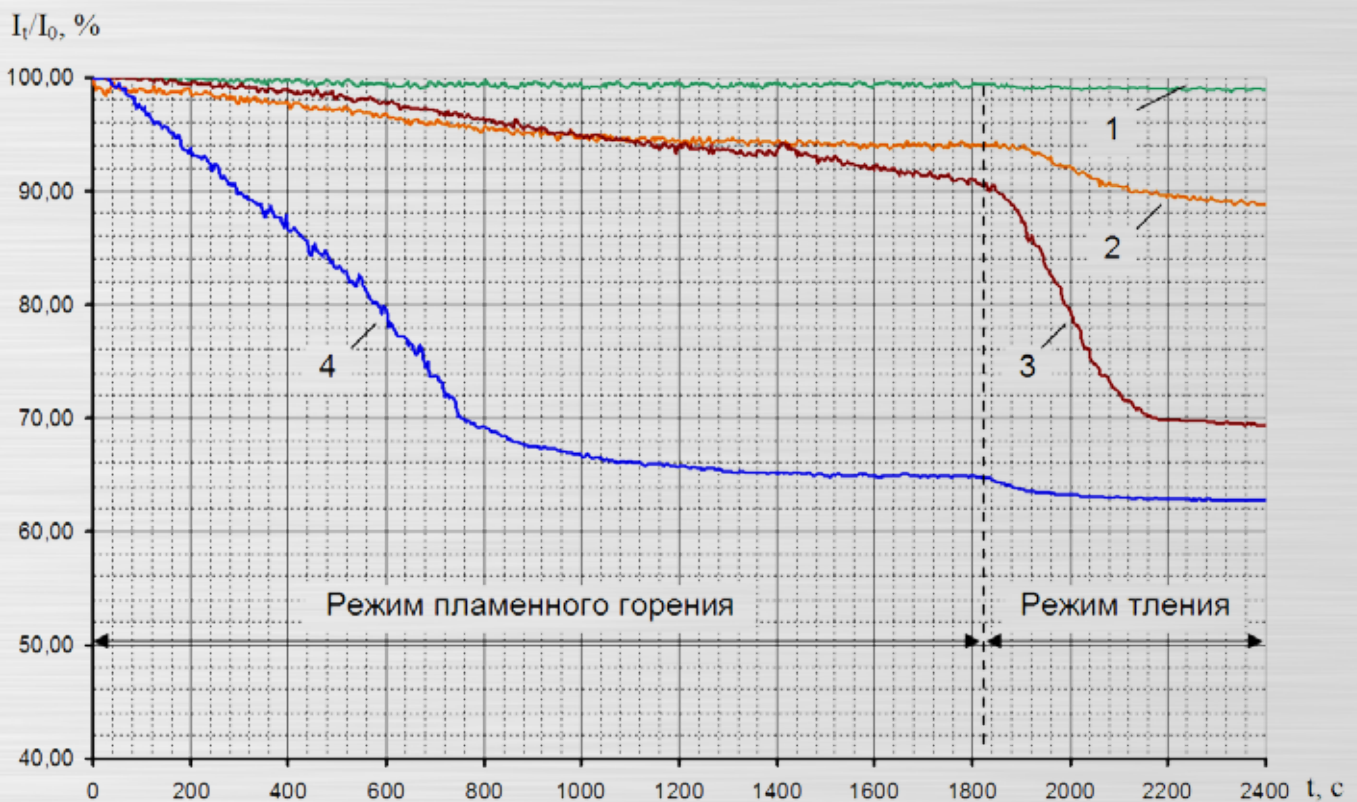


Рис. 4. Снижение светопрозрачности при горении и тлении кабелей: 1 – ПвБПнг(А)-FRHF 4×95-1; 2 – ПвБПнг(А)-FRHF 1×240-3; 3 – ПвБПнг(А)-HF 3×120-10; 4 – АПвБВнг(А)-LS 3×120-10

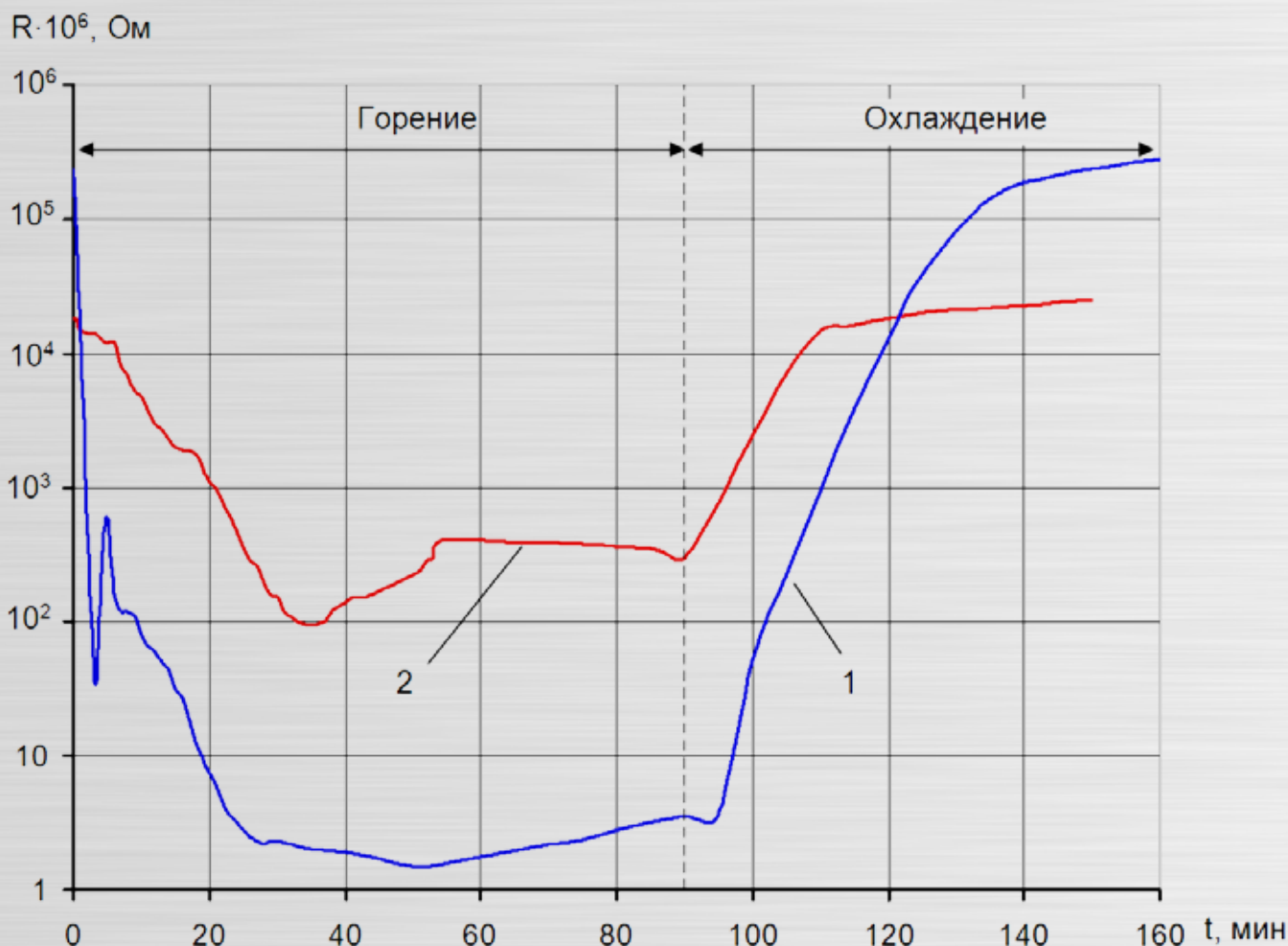


Рис. 5. Зависимость сопротивления изоляции от времени в процессе испытания на огнестойкость: 1 – ВВГнг-FRLS 4×95-1; 2 – ПвПнг(А)-FRHF 4×70-1

зи при выборе типа безгалогенных композиций для заполнения кабелей необходимо обращать внимание на характеристики дымообразования в двух режимах испытаний.

Силовые кабели на напряжения 0,6/1 и 1,7/3 кВ марок ПвБПнг(А)-FRHF и контрольные марок КПБПнг(А)-FRHF изготавливаются в огнестойком исполнении. Огнестойкость кабелей достигнута путем применения в конструкциях кабелей термического барьера из слюдосодержащих лент типа Элмикатекс 54509 производства фирмы «Элинар», наложенных обмоткой поверх токопроводящих жил. Испытания кабелей по методу ГОСТ Р МЭК 60331-21–2003 показали, что кабели сохраняют работоспособность при температуре 750–800 °С в течение времени не менее 180 мин. Сравнительные испытания огнестойких кабелей с изоляцией из безгалогенных композиций и кабелей с изоляцией из поливинилхлоридных композиций пониженной пожарной опасности при огневом воздействии выявили некоторые особенности изменения электрического сопротивления изоляции кабелей при воздействии от-

крытого пламени. На рис. 5 приведены характерные зависимости электрического сопротивления барьерной изоляции кабелей от времени при воздействии источника зажигания и после его прекращения и охлаждения кабеля в естественных условиях.

Как видно из представленных данных, при воздействии пламени (температура 750–800 °С) сопротивление изоляционной системы обусловлено главным образом электрическим сопротивлением термического барьера из слюдосодержащих лент. При этом на уровень электрического сопротивления барьерного слоя, по-видимому, оказывают влияние газообразные продукты пиролиза изоляции, которое у кабелей типа ВВГнг-FRLS проявляется в большей мере, чем у кабелей типа ПвПнг(А)-FRHF. Хотя следует отметить, что ток утечки через изоляцию при испытании кабеля ВВГнг-FRLS также не превышает допустимого значения.

Одной из важнейших задач по дальнейшему наращиванию объемов производства и номенклатуры выпуска пожаробезопасных кабелей является расширение областей применения пожаробезопасных

Таблица 3

Тип кабелей, исполнение	Класс пожарной опасности по НПБ 248-97	Преимущественные области применения*
Кабели общепромышленного исполнения	О1.7.2.3	Для прокладки одиночных кабельных линий в кабельных сооружениях и помещениях. При групповой прокладке обязательно применение средств огнезащиты
Кабели, не распространяющие горение, исполнения «нг»	П1.7.2.3	Для групповой прокладки кабельных линий в кабельных сооружениях наружных (открытых) электроустановок (кабельных эстакадах, галереях)
Кабели, не распространяющие горение, с низким дымо- и газовыделением, исполнения «нг-LS»	П1.7.2.1 (П1.7.2.2)	Для групповой прокладки кабельных линий в кабельных сооружениях и помещениях внутренних (закрытых) электроустановок, в том числе на объектах использования атомной энергии
Кабели, не распространяющие горение, с изоляцией и оболочкой из полимерных композиций, не содержащих галогенов, исполнения «нг-HF»	П1.7.1.2 (П2.7.1.2)	Для кабельных линий питания электрооборудования атомных электростанций (АЭС), электропроводок в офисных помещениях, оснащенных компьютерной и микропроцессорной техникой, в детских садах, школах, больницах и для кабельных линий зрелищных комплексов и спортивных сооружений
Кабели, не распространяющие горение, огнестойкие, исполнения:		Для кабельных линий питания оборудования систем безопасности АЭС, электропроводок цепей систем пожарной безопасности и электропроводок в операционных отделениях больниц, требующих функционирования при пожаре
– «нг-FRLS»	П1.1.2.1	
– «нг-FRHF»	П1.1.1.2 (П2.1.1.2)	
* Термины даны в соответствии с действующими Правилами устройства электроустановок.		

кабелей всех типов. Однако это сдерживается отсутствием нормативных документов, регламентирующих использование кабелей огнестойкого исполнения, кабелей на основе полимерных композиций, не содержащих галогенов. В настоящее время их применение регламентировано только в нормативной документации для объектов использования атомной энергии [2]. Использование пожаробезопасных кабелей предусмотрено также формирующейся нормативной базой высотного домостроения в г. Москве. Постановлением правительства Москвы утверждены временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий комплексов МГСН 4.19–05. Этими нормами установлено, что кабели, прокладываемые открыто, должны быть не распространяющими горение типа «нг-LS» или огнестойкого исполнения. При этом электропроводки систем пожаротушения, сигнализации, дымоудаления и эвакуационного освещения должны быть огнестойкими с пределом огнестойкости не менее 2 ч.

Некоторое расширение областей использования кабелей пожаробезопасного исполнения предусматривается в разрабатываемом Техническом регламенте на кабельные изделия, что, в случае его утверждения, будет способствовать производству и применению кабелей, не распространяющих горение и огнестойких, для систем пожарной безопасности и отдельных групп электропотребителей.

Формированию национальной нормативной базы по использованию пожаробезопасных кабелей в различных областях должна предшествовать разработка обоснованных положений и рекомендаций по выбо-

ру и применению кабелей. Такие положения должны быть приведены в документации на выпуск конкретных типов кабелей. В частности, в документации на пожаробезопасные кабели должна быть четко изложена классификация кабелей с учетом совокупности показателей пожарной опасности и для каждой марки кабеля приведено условное обозначение класса пожарной опасности в соответствии с НПБ 248–97 [3].

С учетом установленного класса пожарной опасности целесообразно регламентировать преимущественные области применения кабелей.

Некоторые рекомендации по нормированию применения кабелей приведены в табл. 3.

Более детальная классификация конкретных марок пожаробезопасных кабелей по областям применения должна стать предметом обсуждения с потребителями и федеральными органами надзора по пожарной безопасности. Согласованные области применения кабелей должны быть приведены в стандартах или технических условиях на кабели, на основе которых могут быть разработаны директивные документы, определяющие выбор и использование пожаробезопасных кабелей в проектах.

Литература



1. О применении кабелей из сшитого полиэтилена в кабельных сооружениях, в том числе во взрывоопасных зонах: Технический циркуляр Ассоциации «Росэлектромонтаж» № 14/2006 // Новости электротехники. 2006. № 5 (41). С. 103.
2. НПБ 114–2002. Противопожарная защита атомных станций. Нормы проектирования.
3. НПБ 248–97. Кабели и провода электрические. Показатели пожарной опасности. Методы испытаний.