

## **НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫХ КАБЕЛЕЙ ДЛЯ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

**А. Д. Подольцев, И. Н. Кучерявая**

*Институт электродинамики НАН Украины, Киев*

**В. П. Карпушенко**

*ЗАО "Завод "Южкабель", Харьков*

### **Введение**

Приведена классификация, основные показатели и пути достижения пожарной безопасности современных кабелей. Проанализированы два основных технических подхода к обеспечению высокой пожаростойкости кабелей – усовершенствование их металлополимерных конструкций и использование новых материалов изоляции, оболочки и заполнителя кабелей. Представлены новые пожаробезопасные кабели отечественного производства, созданные специалистами ЗАО "Завод "Южкабель", Института электродинамики НАН Украины и ДП НЭК "Укрэнерго", в частности силовые и контрольные кабели, предназначенные для использования на АЭС. Украинская кабельная продукция отвечает мировым стандартам качества по всем показателям пожарной безопасности, благодаря чему она находит спрос на внутреннем рынке и в десятках стран мира.

В последние годы в современных энергонасыщенных и разветвленных электросетях широко используются силовые кабели среднего и высокого напряжения. Высокая концентрация кабелей различного типа и назначения, а значит, и большое сосредоточение горючих изоляционных материалов увеличивает риск возникновения аварийного режима работы, приводящего к пожару. В связи с этим более жесткими становятся требования к пожарной безопасности, согласно которым кабели должны обладать совокупностью противопожарных свойств, в том числе по нераспространению горения, а также выделению дыма, коррозионно-активных и токсичных продуктов при воздействии открытого пламени. Это относится к кабелям энергетического, общепромышленного и гражданского назначения, эксплуатируемым на АЭС, энерговооруженных предприятиях металлургической, химической, нефтеперерабатывающей промышленности, шахтах со взрывоопасными условиями, в метрополитенах, общественных высотных зданиях, аэропортах и других местах скопления большого числа людей. Особенно актуальны вопросы безопасности на АЭС.

Кабели нового поколения с улучшенными параметрами пожарной безопасности предназначены для целей:

в случае возникновения пожара предотвращать распространение пламени от очага возгорания как в пределах аварийного помещения, так и в других помещениях, таким образом минимизируя масштабы пожара;

обеспечивать условия для тушения пожара и эвакуации людей, снижая для этого выделение дыма и токсичных продуктов горения и тления материалов;

предусматривать функционирование систем безопасности в случае пожара, сохраняя целостность обслуживающих их электрических цепей в течение определенного времени при воздействии открытого пламени, что связано с необходимостью обеспечения огнестойкости кабелей;

исключать повреждение приборов и оборудования газообразными продуктами горения, снижая для этого выделение коррозионно-активных веществ.

Для решения перечисленных задач были определены единые для всех стран показатели пожарной безопасности кабелей, методы оценки параметров пожаростойкости, выработаны требования к конструкциям и материалам пожаробезопасных кабелей.

### Описание пожаробезопасных кабелей нового поколения

Основными показателями пожаробезопасности кабелей являются:

нераспространение горения по кабельным коммуникациям при прокладке кабелей в пучках с высокой концентрацией горючей массы;

пониженное выделение дыма, коррозионно-активных и опасных для здоровья продуктов горения, что обеспечивают кабели с применением новой серии пластикуров пониженной пожарной опасности (кабели с индексом LS – low smoke) и кабели с оболочкой из материалов, не содержащих галогенов (кабели с индексом HF – halogen free); галогеночистые HF-кабели имеют более низкую по сравнению с LS-кабелями дымообразующую способность и пониженную кислотность газов, выделяемых при горении;

обеспечение функционирования кабелей при пожаре объекта, заданное время от 30 мин до 3 ч (огнестойкие кабели с индексом FR – fire resistance).

Таблица 1. Характеризация пожаробезопасных кабелей

Наименование показателя	Стандарт на метод испытания		Значения критериев оценки	Индекс безопасности
	международный	Украины		
1. Нераспространение горения при одиночной прокладке кабеля (общепромышленное исполнение)	МЭК 60332-1	ГОСТ 12176-89, ДСТУ 216:2003, ДСТУ 217:2003	Расстояние от верхнего зажима до поврежденной пламенем части кабеля не должно быть меньше 50 мм	–
2. Нераспространение горения при прокладке кабеля в пучках	МЭК 60332-3 категории А и В	ГОСТ 12176-89	Согласно категории А: объем пучка 7 дм <sup>3</sup> , время испытания 40 мин, длина поврежденного пламенем образца не более 2,5 м	нг
	–	ДСТУ 4237-3-22:2004	Объем пучка 7 дм <sup>3</sup> , время испытания 40 мин, длина обугленной части не более 1,5 м, если для отдельных кабелей стандартами не установлены иные требования	
3. Оптическая плотность дыма, выделяемого при горении и тлении	МЭК 61034-1 МЭК 61034-2	ДСТУ 4367-2:2004	Значение светопропускаемости на уровне 10 - 40 %. Стандартом требуется низкое дымообразование	–
4. Коррозионная активность продуктов дымо- и газовой выделения при горении и тлении материалов	МЭК 60754-1	ДСТУ МЭК 60754-1:2002	Содержание галогенов более 0,5 % и пониженное дымогазовыделение кабелей	LS нгд
	МЭК 60754-2	–	Содержание галогенов меньше 0,5 %, значение рН > 4,3, кабели при горении не выделяют коррозионных газов	HF
5. Огнестойкость	МЭК 60331-1 МЭК 60331-21 МЭК 60331-23 МЭК 60331-24	–	Температура пламени не менее 700 - 750 °С, время испытаний от 90 мин при напряжении, например, 600 В	FR

Примечание: нг - негорючий; нгд - украинский аналог обозначения LS в маркировке кабелей.

Указанные показатели пожарной безопасности кабелей, стандартизированные методы испытания, некоторые критерии оценки и индексы безопасности приведены в табл. 1.

Далее более подробно опишем показатели и пути достижения пожарной безопасности кабелей согласно данным табл. 1.

1. *Нераспространение горения* (для кабелей в исполнении "нг") характеризует способность кабеля к самозатуханию после прекращения воздействия источника пламени. Количественно этот показатель оценивается по длине поврежденного участка кабеля после прекращения его горения.

Нераспространение горения кабелей достигается за счет применения материалов с низкой удельной теплотой сгорания и высоким значением кислородного индекса, который характеризует горючесть материала. Преимущественным решением является применение поливинилхлоридного (ПВХ) пластика пониженной горючести с кислородным индексом не менее 32. В то же время кабели с индексом "нг" при горении выделяют относительно много дыма, содержащего коррозионные и токсичные продукты. Этот недостаток устраняется применением трудногорючих материалов с пониженным дымообразованием.

2. *Дымообразование* при горении и тлении кабеля определяется максимальной удельной оптической плотностью дыма при испытаниях в камере. Показатель характеризует развитие во времени задымленности в помещении при пожаре и в значительной степени определяет условия тушения пожара.

3. *Коррозионная активность продуктов газовой выделения* приводит к разрушению электрооборудования в помещениях и, таким образом, увеличивает ущерб от пожара. Показатель характеризуется количеством выделения таких активных продуктов, как хлористый водород (HCl), бромистый водород (HBr), диоксид серы (SO<sub>2</sub>) и т.п. Отметим, что, например, в случае загорания кабелей с оболочкой из ПВХ пластика образуются пары HCl с высокой коррозионностью, которые вызывают раздражение органов дыхания.

Кабели в наружной полиэтиленовой оболочке не образуют при горении HCl, однако и не замедляют горения. Поэтому для оболочки используются специальные материалы (полиолефины) со свойствами замедления горения и не содержащие хлор и другие галогены. Показатели коррозионной активности продуктов горения безгалогенных материалов показаны в табл. 2.

**Таблица 2. Показатели коррозионной активности продуктов горения галогенчистых материалов**

Показатель	Нормированное значение	Стандарт на метод испытания
1. Выделение галогеносодержащих газов в пересчете на HCl, %	не более 0,5	МЭК 60754-1
2. Проводимость водного раствора с адсорбированными газами, мСм/мм	не более 10	МЭК 60754-2
3. Кислотное число рН	не менее 4,3	МЭК 60754-2

4. *Токсичность продуктов газовой выделения*, как правило, является одной из причин несчастных случаев при пожарах. К токсичным продуктам, прежде всего, относят: цианистый водород (HCN), аммиак (NH<sub>3</sub>), диоксид серы (SO<sub>2</sub>), сероводород (H<sub>2</sub>S), оксид углерода (CO), альдегиды, фенолы и некоторые другие соединения.

Состав токсичных веществ при горении полимерных композиций, наиболее часто используемых для изготовления наружной и внутренней оболочек кабеля, приведен в табл. 3.

5. *Огнестойкость* кабеля характеризуется сохранением его работоспособности при воздействии открытого пламени в течение установленного времени (от 30 мин до 3 ч). Показатель определяется такими параметрами, как время огнестойкости, температура открытого

пламени, рабочее напряжение, условия прокладки кабеля. Для обеспечения огнестойкости необходимо применение электроизоляционных FR-материалов, являющихся диэлектриком

**Таблица 3. Состав токсичных веществ при горении полимерных композиций**

Наименование композиции, марка	Продукты газовой выделения, мг/г				Токсичность	
	СО	СО <sub>2</sub>	НСl	альдегиды, фенол	токсичность материала	НСl <sub>50</sub> , г/м <sup>3</sup>
Негорючий пластик НГП 30-32	150	685	238	4,4	высокоопасный	37
ПВХ ППИ 30-30	65	880	140	2,1	умеренно опасный	83
ПВХ ППО 30-35	40	640	130	2,8	умеренно опасный	101
ПВХ ППВ 28	40	600	50	2,7	малоопасный	130

при температуре 750 - 1000 °С. Номенклатура таких материалов в настоящий момент практически ограничена слюдой, которая для обеспечения оптимальной технологичности, склеивается при помощи кремнийорганического лака со стеклотканью. Современные кабели огнестойкого исполнения "FR" изготавливаются на основе безгалогенных материалов с использованием термических барьеров из слюдосодержащих лент. Огнестойкие кабели не могут иметь алюминиевую жилу, так как температура плавления алюминия 660 °С. В случае же применения меди для изготовления токопроводящей жилы учитывается, что при температуре выше 220 °С происходит интенсивное окисление меди и потеря механической прочности, что требует увеличения сечения проводников. Именно огнестойкие кабели в соответствии с действующими нормами в атомной энергетике предназначены для применения на АЭС в цепях систем безопасности. Кроме того, огнестойкие кабели используются в пожарной сигнализации, на нефтяных платформах, судах, в системах аварийного энергоснабжения.

Области применения кабелей с улучшенными показателями пожаробезопасности следующие:

*Кабели*

*Области применения*

Не распространяющие горение с низким дымогазовыделением (исполнение "LS", "нгд")

Системы АЭС нормальной эксплуатации и важные для безопасности, расположенные вне гермозоны;

- кабельные коммуникации метрополитенов, туннелей, коллекторов;
- электропроводки в пожароопасных и взрывоопасных зонах;
- системы электроснабжения жилых и общественных высотных зданий и сооружений

Не распространяющие горение, с низкой коррозионной активностью продуктов дымогазовыделения и не содержащие галогенов (исполнение "HF")

- Системы АЭС внутри гермозон;
- электроустановки в культурных и спортивных сооружениях, школах, больницах и т.п.;
- электропроводки в офисных помещениях, оснащенных компьютерной и микропроцессорной техникой

Не распространяющие горение, с низкой коррозионной активностью и огнестойкие (исполнение "FR")

- Системы безопасности АЭС;
- цепи систем пожарной сигнализации;
- системы аварийного энергоснабжения;
- цепи питания установок дымоудаления и точечной вентиляции;
- цепи питания электроустановок в больницах, операционных и реанимационных отделениях и т.п.

6. *Горючесть* характеризует способность материала к горению. Для оценки горючести используется такой показатель, как кислородный индекс (КИ), равный минимальному объему

му кислорода в кислородно-азотной смеси, при котором возможно устойчивое горение материала в условиях испытаний. Значения КИ для некоторых материалов кабелей [1] следующие:

полиэтилен	–	18;
полиэтилен самозатухающий	–	24 - 27;
ПВХ пластикат	–	24;
ПВХ пластикат пониженной горючести,	–	28 - 40;
в т. ч.:		
ППИ 30-30	–	30;
ППО 30-35	–	35;
ППВ 28	–	28;
негорючий пластикат марок		
НГП 30-32	–	32;
НГП 40-32	–	32;
полиимид	–	36;
ПВХ (смола)	–	45;
фторопласты	–	30 - 96.

Результаты испытаний показали [1], что материалы с КИ ниже 21 являются горючими и непригодны для кабелей с повышенными показателями пожарной безопасности.

Для изготовления современных пожаробезопасных кабелей используются негорючие материалы (для оболочки, изоляции и заполнителя – слоя, наносимого по скрученным жилам). Такие материалы имеют полимерную основу, наполненную антипиренами (мелкодисперсным гидроксидом алюминия или магния) и содержащую другие ингредиенты (стабилизаторы, адгезионные и технологические добавки). При воздействии пламени на материал, содержащий антипирены, протекает реакция разложения гидратов с выделением воды. Вода, превращаясь в пар, разбавляет горючие газы и сокращает доступ кислорода воздуха к поверхности полимера. При значительном содержании антипиренов (до 50 - 60 %) достигается снижение горючих газов, выделяющихся в ходе термического разложения материала.

### Пути снижения горючести кабелей

Повышение пожарной безопасности кабелей достигается двумя основными путями – разработкой новых конструктивных решений, в том числе введением дополнительных элементов в конструкцию кабелей, и применением новых трудногораемых материалов для изготовления без изменения эксплуатационных характеристик кабелей (рис. 1). Основным техническим подходом к повышению пожарной безопасности кабелей является выбор материалов пониженной горючести при конструировании кабелей. Однако, например, для кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ) или других горючих изоляционных материалов широко используется введение дополнительных элементов конструкции.

Современные трудногораемые изоляционные и защитные материалы для пожаростойких кабелей и их конструкции разрабатываются рядом фирм, среди которых "Проминвест Пластик" (Украина), ОАО "ВНИИ кабельной промышленности" (Российская Федерация), Degussa Huls AG, Alcatel Kabel AG&Co (Германия), Lucent Technology (США) и др.

В настоящее время в основном вся отечественная и зарубежная кабельная продукция выпускается с изоляцией из СПЭ и ПВХ пластиката. Такие изоляционные материалы обладают достаточно хорошими диэлектрическими характеристиками, однако в целом их свойства значительно различаются (табл. 4 и 5).

Приведенные данные показывают, что ПВХ, применяемый в качестве материала для изоляции и оболочки кабелей, имеет преимущество над полиэтиленом по пожаробезопасности и цене. Однако из-за того, что при горении ПВХ выделяются токсичные и коррозионные

дымы, в кабелях специального назначения (в том числе для АЭС) используются HFFR-материалы, не содержащие галогенов и обладающие высокой огнестойкостью.



Рис. 1. Основные пути достижения высокой пожарной безопасности кабелей.

Таблица 4. Температурные данные для различных материалов изоляции

Материал изоляции	Длительно допустимая температура, °С	Предельно допустимая температура при к.з., °С
Полиэтилен	70	130 - 150
СПЭ	90	250
ПВХ	70	160

Таблица 5. Основные преимущества и недостатки кабелей с различными материалами изоляции

Материал изоляции	Достоинства	Недостатки
ПВХ	нераспространение горения; высокая огнестойкость; хорошие технологические характеристики; стойкость к воздействию солнечной радиации; возможность прокладки на трассах с неограниченной разностью уровней; низкая цена	пониженные диэлектрические характеристики, увеличенные диэлектрические потери; чувствительность к влаге; выделение при нагревании токсичных и коррозионных веществ
СПЭ	низкие диэлектрические потери; повышенные токовые нагрузки (высокая пропускная способность); термопластичность; большая стабильность зависимости от температуры физических характеристик по сравнению с ПВХ; низкое водопоглощение, что обеспечивает большую устойчивость к влажной среде; высокая стойкость к химическим и атмосферным воздействиям; легкость по сравнению с ПВХ, что снижает общую массу кабеля; возможность прокладки на трассах с неограниченной разностью уровней;	неудовлетворительные противопожарные свойства; высокая цена; необходимость дополнительной защиты от механического повреждения кабелей

	простота, удобство и улучшенная экология при монтаже и эксплуатации	
--	---	--

На сегодняшний день основными материалами, применяемыми в пожаробезопасных кабелях, являются:

- ПВХ композиции типа НГП (негорючий пластик) в кабелях исполнения "нг";
- ПВХ композиции с низким дымогазовыделением в кабелях исполнения "LS" и "нгд";
- полимерные композиции, не содержащие галогенов и пониженной горючести (безгалогенные термопластичные или сшитые композиции) в кабелях исполнения "HF";
- специальные огнезащитные полимерные материалы в кабелях исполнения "FR".

### **Пожаробезопасные кабели отечественного производства**

Начиная с 90-х годов прошлого столетия, в условиях необходимости решения проблемы надежности и безопасности систем электроснабжения Украины, усложняющейся в случае жестких противопожарных требований и условий обязательного обеспечения длительного электропитания в аварийных ситуациях на ответственных энергетических, промышленных и гражданских объектах и в особенности на АЭС, ЗАО "Завод "Южкабель" (Харьков) совместно с Институтом электродинамики НАН Украины (Киев) и ДП "Национальная энергетическая компания "Укрэнерго" проводили комплексные научные, практические и технологические работы по двум генеральным направлениям в развитии новой кабельной продукции:

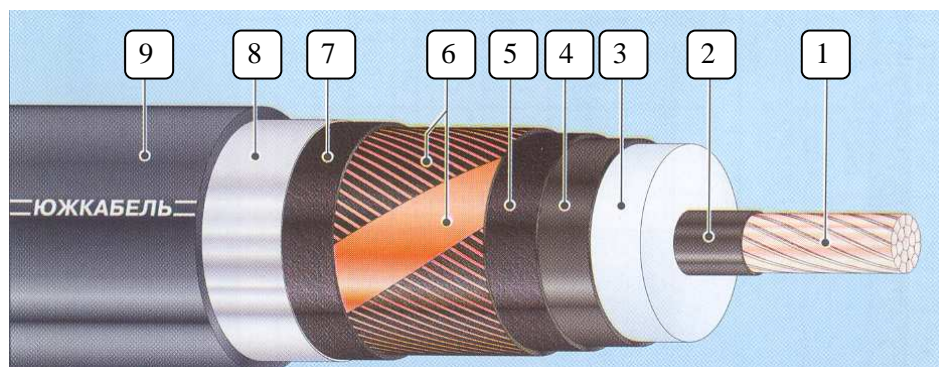
- создание нового поколения силовых кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена;
- разработка и производство пожаробезопасных кабелей.

В процессе выполнения работ были решены следующие задачи:

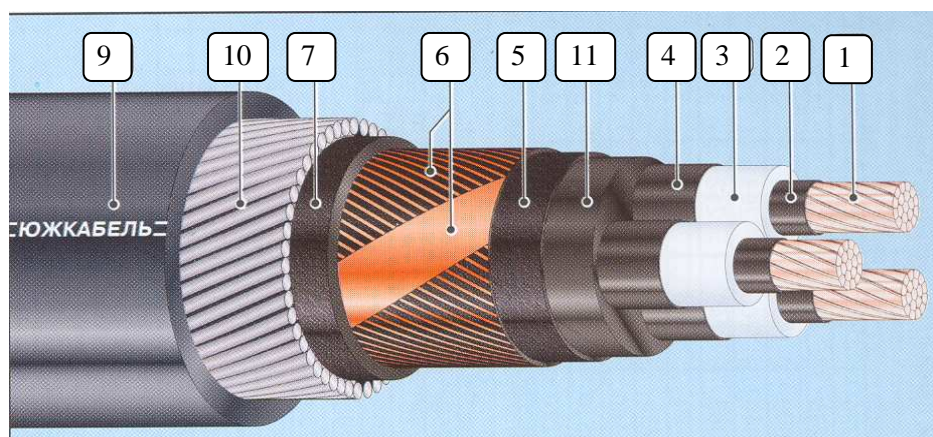
- усовершенствование существующих и разработка новых конструкций кабельной продукции (например, [9 - 12]) с доведением их до уровня мировых требований, в том числе создание новых базовых образцов пожаробезопасных кабелей современного типа (рис. 2);
- разработка и освоение новых промышленных технологий производства современной кабельной продукции, создание и применение специальных полимерных композиций с максимальным использованием отечественной сырьевой базы;
- разработка и реализация концепции развития и совершенствования кабельной продукции для объектов атомной энергетики;
- разработка отечественной нормативно-технической базы в соответствии с требованиями мировых стандартов и норм (например, [13, 14];
- внедрение выпускаемой продукции в отечественных отраслях промышленности, развитие экспортных поставок, в том числе на АЭС.

Результатом решения перечисленных задач явились разработка, освоение производства и поставка пожаробезопасных кабелей нового поколения для реализации программы технического перевооружения, реконструкции и строительства новых блоков АЭС. Показатели пожарной безопасности выпускаемых кабелей соответствуют международным нормам и требованиям (см. табл. 1 и 6). В соответствии с лицензией ЯРБ № 73-ВП-47-10-99 серийно производятся силовые и контрольные кабели повышенной пожаростойкости, в том числе огнестойкого исполнения "FR" для АЭС с применением сшитых безгалогенных полимерных материалов (подтвержденная система качества по ISO-9001). В производстве применяются высококачественные материалы, прошедшие входной контроль, – трингостойкие высокочистые изоляционные и полупроводящие композиции сшиваемого полиэтилена и полиэтилена высокой плотности для оболочек с использованием сырья фирмы "Проминвест Пластик" (Украина) на базе ПВХ пластикатов пониженной горючести и пониженной пожароопасности, а также материалов, не содержащих галогенов и не выделяющих при пожаре хлористый водород. Применение таких материалов особенно важно для АЭС, где пожар на одном блоке может привести к выходу из строя всей аппаратуры

управления на соседних блоках в результате воздействия выделяющихся коррозионно-активных газов.



*a*



*б*

Рис. 2. Некоторые базовые конструкции пожаробезопасных кабелей в одножильном (*a*) и трехжильном (*б*) исполнении, выпускаемых заводом "Южкабель": 1 – токопроводящая жила; 2 – внутренний экструдированный полупроводящий слой; 3 – экструдированная изоляция из сшитого полиэтилена; 4 – внешний экструдированный полупроводящий слой; 5 и 7 – водонабухающая лента; 6 – медный экран; 8 – алюмополимерная лента; 9 – наружная оболочка из ПВХ пластиката пониженной горючести (в кабелях с индексом "нг") или ПВХ пластиката пониженной пожароопасности (в кабелях с индексом "ндг"); 10 – броня из круглой стальной оцинкованной проволоки; 11 – экструдированное полупроводящее заполнение.

На заводе "Южкабель" создана также серия силовых, контрольных и специальных типов кабелей, предназначенных для эксплуатации в гермозоне АЭС и полностью соответствующих современным требованиям пожарной безопасности. Пожароустойчивые свойства освоенных типов кабелей подтверждаются проведением различных как национальных, так и стандартных международных испытаний на созданных заводских установках, в том числе испытаний:

на нераспространение горения в пучках в соответствии с МЭК 60332-3 и ДСТУ 4237-3-22:2004;

на огнестойкость в соответствии с МЭК 60331-21;

на дымообразование в соответствии с ДСТУ 4367-2;

на коррозионную активность продуктов дымогазовыделения и определение количества галогенов по МЭК 60754-1:1994.



Для проведения испытаний была разработана отечественная нормативно-техническая база, полностью гармонизированная с соответствующими требованиями стран СНГ и мировых стандартов (МЭК).

*Таблица 6. Основные характеристики пожаробезопасных кабелей, выпускаемых ЗАО "Завод "Южкабель"*

Характеристика	Значение
Номинальное напряжение	от 10 до 110 кВ
Номинальное сечение токопроводящей жилы	до 800 мм <sup>2</sup> (одножильный кабель) до 300 мм <sup>2</sup> (трехжильный кабель)
Номинальная толщина изоляции: из ПВХ пластиката пониженной пожароопасности из СПЭ	до 3,2 мм до 2,6 мм
Уровень частичных разрядов	не более 10 пКл
Максимальная допустимая температура жилы с изоляцией из ПВХ/СПЭ: длительная температура в аварийном режиме в режиме короткого замыкания (продолжительность к.з. не более 4 с)	70/90°C 250/130°C 160/250°C
Диапазон рабочих температур для кабелей с наружной оболочкой: из ПВХ пластиката из полиэтилена	от -50 до +50 °C от -60 до +50 °C
Предельная температура жил кабелей с изоляцией из ПВХ-нгд при коротком замыкании	400 °C
Продолжительность работы кабелей в режиме перегрузки	не более 8 ч в сутки и не более 1000 ч за весь срок службы
Характеристики используемых ПВХ-материалов для изоляции и оболочки: кислородный индекс массовая доля HCl, выделяющегося при горении	не менее 30 - 35 не более 15 %
Продолжительность огнестойкости кабелей, в том числе кабелей для АЭС в условиях прямого воздействия огня	не менее 90 мин (согласно МЭК 60331-21) 120 - 180 мин при 700 - 750 °C
Прокладка кабелей без предварительного подогрева при температуре окружающего воздуха	не ниже -15 °C

Кабели сертифицированы в системе УкрСЕПРО и в системе сертификации ГОСТ Р (Россия) с привлечением испытательной базы ОАО "ВНИИКТ" (Москва, РФ) и НИИВН (Славянск, Украина), что позволяет поставлять их в страны СНГ и дальнего зарубежья.

Проводятся сертификационные испытания кабелей, прокладываемых в гермозоне АЭС, в том числе: оценка радиационной стойкости; испытание на нераспространение горения; проверка работоспособности в аварийных режимах; проверка дымогазовыделения продуктов горения.

Индексы в маркировке пожаробезопасных кабелей, выпускаемых заводом "Южкабель" для поставок на внутренний рынок и на экспорт, следующие:

нг - кабели, не распространяющие горение;

нгд - кабели, не распространяющие горение и с низким выделением дыма и коррозионно-активных газов при горении;

HF - кабели, не выделяющие коррозионные и токсичные продукты при горении;

FR - огнестойкие кабели.

Завод "Южкабель" получил сертификат пожарной безопасности кабельной продукции в России и выполняет заказы, поставляя на АЭС Российской Федерации огнестойкие кабели напряжением от 10 до 110 кВ. Кабельная продукция с пожароустойчивыми свойствами экспортируется также в десятки других стран мира. Среди наиболее крупных экспортных поставок – кабели на Игналинскую АЭС в Литву и огнестойкие кабели на АЭС в г. Бушер (Иран).

В заключение отметим следующее:

в Украине на ЗАО "Завод "Южкабель" освоено перспективное промышленное производство нового поколения пожаробезопасных кабелей на основе ПВХ композиций с низким дымогазовыделением;

осуществлены новые отечественные разработки в области создания силовых и контрольных кабелей, разработана номенклатура и согласованы области применения кабелей на объектах атомной энергетики;

освоено производство кабелей на основе полимерных композиций, не содержащих галогенов, предназначенных для систем АЭС, расположенных в гермозонах;

созданы огнестойкие кабели для систем безопасности АЭС;

развитое промышленное производство пожаробезопасных кабелей современного типа позволило не только отказаться от импортируемой в Украину продукции аналогичного назначения зарубежного производства, но и осуществлять экспортные поставки в десятки стран.

По вопросам приобретения кабельно-проводниковой продукции для АЭС просьба обращаться по адресу: г. Харьков, ул. Автогенная, 7, тел. (0572) 9390 60, 9467 12;

e-mail: market@yuzhcable.com.ua;

дополнительная информация в Интернете – www.yuzhcable.com.ua

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Макаров Е.Ф.* Справочник по электрическим сетям 0,4–35 кВ и 110–1150 кВ / Под ред. И. Т. Горюнова, А. А. Любимова. – Т. 3. – М.: Папирус-Про, 2004. – 688 с.
2. *Силовые кабели среднего и высокого напряжения с изоляцией из сшитого полиэтилена* / ЗАО "Южкабель", Харьков, Украина. – Каталог, вып. № 5. – 43 с.
3. [www.yuzhcable.com.ua](http://www.yuzhcable.com.ua)
4. [www.procable.com.ua](http://www.procable.com.ua)
5. <http://ruscable.ru/doc/analytic/>
6. *Каменский М.К., Образцов Ю.В., Фрик А.А.* Новое поколение электрических кабелей с улучшенными показателями пожарной безопасности – [www.ruscable.ru/doc/analytic/statya-092.html](http://www.ruscable.ru/doc/analytic/statya-092.html)
7. *Пешков И.Б., Уваров Е.И.* Производство кабелей и проводов энергетического назначения (перспективы и направления) // Кабели и провода. – 2001. – № 3.
8. *Образцов Ю.Б., Фрик А.А., Слизов А.А.* Силовые кабели среднего напряжения с изоляцией из сшитого полиэтилена. Факторы качества // Кабели и провода. – 2005. – № 1.
9. *Деклараційний патент України на винахід № 59167 А, МПК 7Н01В7/29. Кабель вогнестійкий* / В. М. Золотарьов, В. П. Карпушенко, М. П. Чувурін, Ю. А. Антоненко, О. А. Науменко. - Заявлено 29.04.03, опубл. 15.08.03. - Бюл. № 8.
10. *Деклараційний патент України на винахід № 60284 А, МПК 7Н01В9/02. Кабель силовий пожежо-безпечний* / В. М. Золотарьов, В. П. Карпушенко, М. П. Чувурін, Ю. А. Антоненко, О. А. Науменко. - Заявлено 30.07.03, опубл. 15.09.03. - Бюл. № 9.
11. *Деклараційний патент України на корисну модель № 2882 А, МПК 7Н01В7/42. Електричний кабель з низьким газодимовиділенням* / В. М. Золотарьов, В. П. Карпушенко, М. П. Чувурін, Ю. А. Антоненко, О. А. Науменко. - Заявлено 08.07.04, опубл. 16.08.04. - Бюл. № 8.
12. *Деклараційний патент України на корисну модель № 7383 А, МПК 7Н01В7/295. Вогнестійкий електричний кабель* / В. М. Золотарьов, В. П. Карпушенко, М. П. Чувурін, Ю. А. Антоненко, О. А. Науменко. Заявлено 07.12.04, опубл. 15.06.05. - Бюл. № 6.

13. ТУ У 31.3-00214534-018:2003. Кабели силовые и контрольные в оболочке из поливинилхлоридного пластика, не распространяющие горение.
14. ТУ У 31.3-00214534-055:2006. Кабели силовые и контрольные с пластмассовой изоляцией, огнестойкие, не распространяющие горение, с низким дымо- и газовыделением (исполнение "нгd-FR", аналог российских кабелей исполнения "нг-FRLS").

Надійшла до редакції 16.07.07

### **ДО ЧИТАЧІВ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО ЗБІРНИКА “ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕКИ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ І ЧОРНОБИЛЯ”**

Інститут проблем безпеки АЕС НАН України публікацією статті “Нове покоління пожежобезпечних кабелів для атомних електростанцій”, підготовленої колективом авторів – О. Д. Подольцев, І. М. Кучерява та В. П. Карпушенко, проводить громадське обговорення робіт, допущених Комітетом з Державних премій України в галузі науки і техніки до участі в конкурсі на здобуття Державної премії України в галузі науки і техніки 2007 р.

Відповідно до повідомлення газети “Урядовий кур’єр” № 111(3524) від 23 червня 2007 р. до участі в конкурсі допущено роботу “Розробка та впровадження в серійне виробництво вітчизняної високовольтної кабельно-провідникової продукції на напругу до 110 кВ, що забезпечує підвищення надійності та безпеки систем електропостачання”, яка представлена Інститутом електродинаміки НАН України (Київ), автори В. М. Золотарьов, А. Ф. Жаркін, О. Д. Подольцев, І. М. Кучерява, Г. І. Гримуд, В. П. Карпушенко, Ю. П. Антонєць, Л. Г. Василюк, О. Ф. Кривенко.

Робота виконана у співавторстві із ЗАТ “Завод “Південкабель” (Харків) та Державним підприємством “Національна енергетична компанія “Укренерго” (Київ).

Комплекс проведених науково-технічних досліджень, конструкторсько-технологічних розробок та масштабних організаційних заходів дали змогу створити й організувати виробництво та впровадити в енергосистеми високонадійну, безпечну та екологічну кабельно-провідникову продукцію на напругу до 110 кВ, а також вирішити важливу державну проблему – забезпечення електромереж силовими кабелями енергетичного, промислового та громадського призначення за усією необхідною номенклатурою (для експлуатації на АЕС, енергонасичених підприємствах металургійної, хімічної, нафтопереробної промисловості, вугільних шахтах, метрополітені, висотних спорудах, аеропортах тощо), у тому числі пожежобезпечних кабелів та самоутримних ізольованих проводів для ліній електропередач. Забезпечено промислове виробництво та широкомасштабне впровадження створеної продукції в енергетичному секторі України – на АЕС в Україні та за кордоном, на Алчевському та Маріупольському металургійних комбінатах, шахтах Донецька, Київському метрополітені, підприємствах хімічної та нафтопереробної галузей.

За всіма технічними показниками нова кабельно-провідникова продукція не поступається кращим зарубіжним аналогам.

Організація власного кабельного виробництва в Україні дає змогу відмовитися від імпортування аналогічної продукції та експортувати її в країни СНД та далеке зарубіжжя. За даними 2006 р. понад 35 % продукції ЗАТ “Завод “Південкабель” спрямовано на експорт.

Досягнутий економічний ефект від впровадження в Україні високовольтної кабельно-провідникової продукції за 2003 - 2006 рр. становить 495 млн грн.

Усе вищезазначене дозволило Комітету з Державних премій України в галузі науки і техніки підтримати дану роботу та вважати, що вона заслуговує на присудження Державної премії України в галузі науки і техніки 2007 р.

Редакція журналу, члени вченої ради Інституту проблем безпеки АЕС звертаються до читачів з пропозицією взяти участь в обговоренні роботи та висловити їй свою підтримку. Відгуки та зауваження, а також матеріали громадського обговорення роботи просимо надсилати за адресою:

03680, м. Київ-150, вул. Горького, 51,

Комітет з Державних премій України в галузі науки і техніки.

Член ученої ради Інституту проблем безпеки АЕС НАН України,  
завідуючий відділом, член-кор. НАН України

Н. М. Фіалко

## **22 НОВЕ ПОКОЛІННЯ ПОЖЕЖОБЕЗПЕЧНИХ КАБЕЛІВ ДЛЯ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ**

**О. Д. Подольцев, І. М. Кучерява, В. П. Карпушенко**

Наведено класифікацію, основні показники та шляхи досягнення пожежної безпеки сучасних кабелів. Проаналізовано два основних технічних підходи до забезпечення високої пожежостійкості кабелів – удосконалення їх металополімерних конструкцій та використання нових матеріалів ізоляції, оболонки та заповнювача кабелів. Представлено нові пожежобезпечні кабелі вітчизняного виробництва, створені фахівцями ЗАТ "Завод "Південкабель", Інституту електродинаміки НАН України та ДП НЕК "Укренерго", зокрема силові та контрольні кабелі, призначені для використання на АЕС. Українська кабельна продукція відповідає світовим стандартам якості за всіма показниками пожежної безпеки, завдяки чому вона знаходить попит на внутрішньому ринку та в десятках країн світу.

## **22 NEW-GENERATION FIRE-SAFETY CABLES FOR NUCLEAR POWER PLANTS**

**A. D. Podoltsev, I. N. Kucheryavaya, V. P. Karpushenko**

This article gives the classification, main indices and ways for reaching the fire safety of up-to-date cables. The two basic technical approaches to providing the high cable fire-resistance are analyzed, among them are improving the metal-polymeric cable construction and using the new materials for the cable insulation, sheath and filler. The new fire-safety cables for nuclear power plants designed and produced in our country by common efforts of Private Joint-Stock Company "Yuzhcable Works", Institute of Electrodynamics and National Power Company "Ukrenergo" are presented. The Ukrainian cable products are in compliance with world standards regarding fire-safety and in great demand domestically and in tens of foreign countries.