

[WWW.EEPiR.RU](http://WWW.EEPiR.RU)



ЖУРНАЛ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО КОМПЛЕКСА

# К вопросу о применении кабельных изделий с учетом показателей пожарной опасности

УДК 621.315.2:614.8

**Электрические кабельные линии и электропроводки в статистических отчетах о пожарах ежегодно занимают первую строчку среди всех видов электроустановок. В этой связи совместно предприятиями кабельной и химической промышленности целенаправленно осуществляется комплекс мер по повышению пожарной безопасности кабелей и материалов для их производства. В статье рассматриваются результаты выполненных в ОАО «ВНИИКП» исследований по выработке оптимального научно-обоснованного подхода к выбору областей применения наиболее широко используемых в стране кабельных изделий в зависимости от их типа исполнения, вида используемых материалов и эффективности заложенных противопожарных конструкционных решений.**

## **Каменский М.К.,**

к.т.н., заместитель заведующего отделением ОАО «ВНИИКП»

## **Савин Д.В.,**

научный сотрудник ОАО «ВНИИКП»

## **Смелков Г.И.,**

д.т.н., профессор, главный научный сотрудник ФГБУ ВНИИПО МЧС РФ

## **Рябиков А.И.,**

начальник отдела ФГБУ ВНИИПО МЧС РФ

Одним из наиболее актуальных направлений по снижению пожарной опасности кабельных изделий при их конструировании является выбор полимерных материалов с целью минимизации опасных факторов, создаваемых кабелями при возникновении и развитии пожара. К таким материалам относятся полимерные композиции с низкими значениями показателей горючести, дымообразования, токсичности, а также коррозионной активности газообразных продуктов горения.

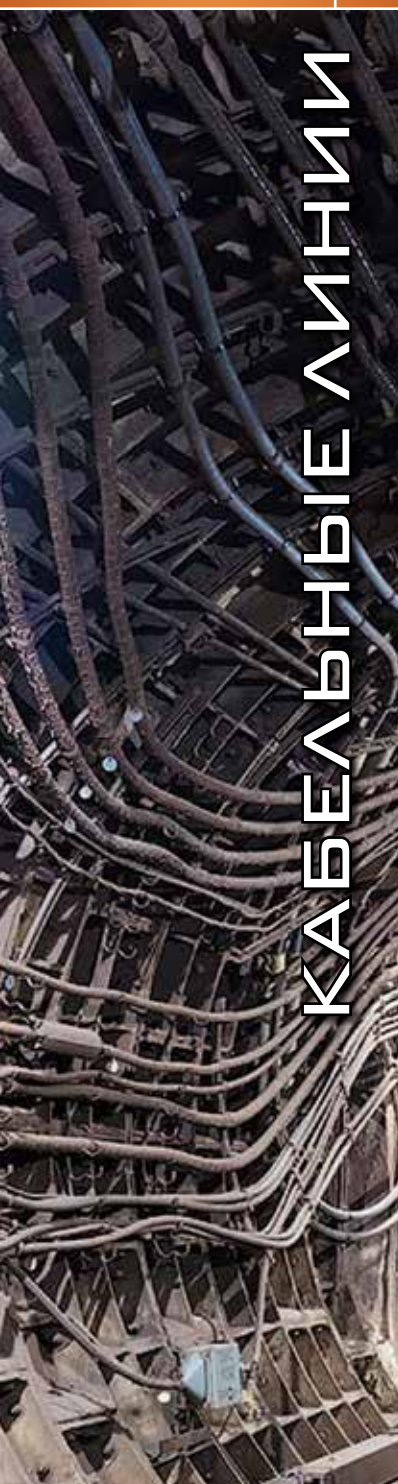
Как правило, первичной задачей при конструировании кабелей, предназначенных для прокладки в сооружениях и помещениях, всегда являлось обеспечение требований по нераспространению горения. Для достижения заданных показателей по нераспространению горения кабелей при групповой прокладке была разработана серия полимерных композиций пониженной пожарной опасности, которые отличаются высокими значениями кислородного индекса (более 30) и низкими значениями теплоты сгорания (менее 18 МДж/кг). В частности, была разработана серия поливинилхлоридных пластикутов пониженной пожароопасности с низким дымо- и газовыделением (типа ПП), на основе которых было освоено массовое производство электрических кабелей типа исполнения «нг-LS».

Дальнейшее развитие техники привело к необходимости усовершенствования ПВХ-пластикатов пониженной пожароопасности типа ПП, с целью снижения дымообразования, уменьшения доли HCl, выделяющегося при горении, и повышения стойкости к термическому старению. Одновременно, с учетом

## **Ключевые слова:**

кабельные изделия, типы исполнения, полимеры на основе ПВХ, полиолефиновые безгалогенные композиции, показатели пожарной опасности, результаты испытаний

КАБЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ



общей мировой тенденции развития производства полимерных композиций для кабелей пожаробезопасных исполнений, были выполнены НИОКР по созданию безгалогенных композиций на основе полиолефиновых полимеров и создана серия безгалогенных кабелей типа исполнения «нг-HF» на их основе.

Безгалогенные кабели, не распространяющие горение, типа исполнения «нг-HF» и кабели на основе ПВХ пониженной пожароопасности типа исполнения «нг-LS» фактически в кабельном производстве занимают одну и ту же нишу — выпуск кабелей с повышенными показателями пожарной безопасности. Естественно, возникает вопрос — будут ли в ближайшее время кабели на основе безгалогенных композиций вытеснять (заменять) на рынке кабели на основе ПВХ пониженной пожарной опасности или у каждого типа кабелей имеется своя область применения? Обсуждение этой проблемы сегодня является одной из тем дискуссий как среди производителей кабелей, так и в среде их потребителей [1].

Рассмотрим этот вопрос, основываясь на результатах экспериментальных исследований кабелей типов исполнений «нг-LS» и «нг-HF», а также материалов для их производства.

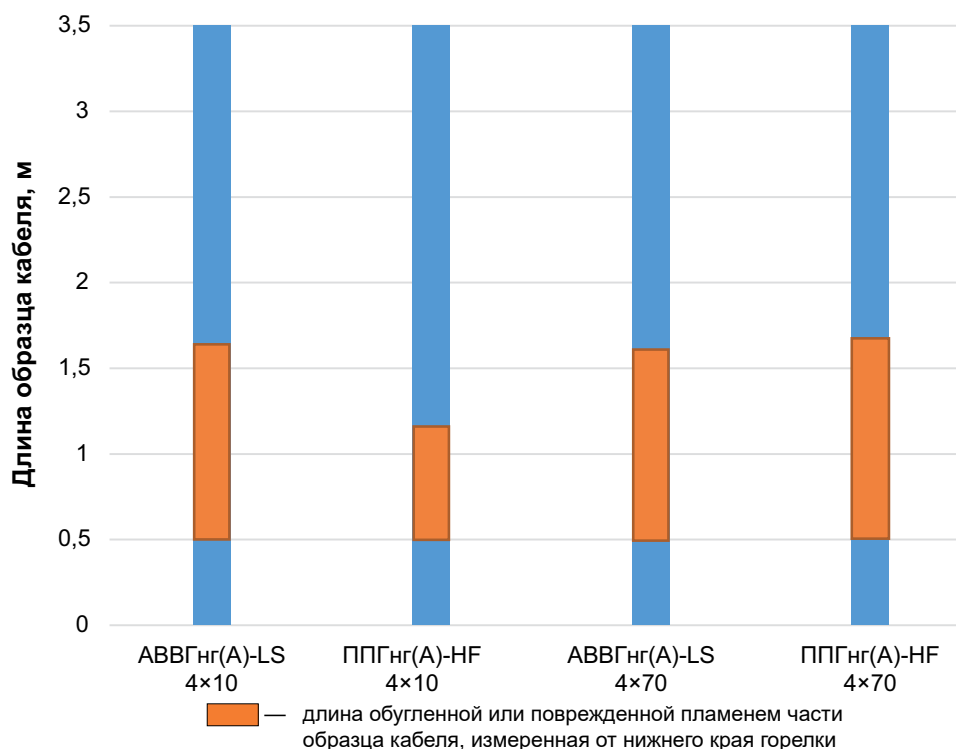
Для выполнения исследований были выбраны кабели указанных типов исполнения с использованием материалов для изоляции и оболочек, приведенных в таблице 1, имеющих в настоящее время широкое применение при производстве кабельных изделий.

Результаты сравнительных испытаний на нераспространение горения по ГОСТ IEC 60332-3-22 [2] кабелей типов исполнений «нг(A)-LS» и «нг(A)-HF» представлены на рисунке 1.

Из приведенных данных о длине участков кабелей, поврежденных огнем в ходе испытаний, можно утверждать, что испытанные образцы кабелей обоих типов исполнения соответствуют требованиям по не-

Табл. 1. Базовые типы материалов для изоляции и оболочек кабелей пожаробезопасного исполнения

Наименование элемента конструкции кабеля	Тип полимерной композиции и изготовители	
	кабели исполнения «нг-LS»	кабели исполнения «нг-HF»
Изоляция	Лоусгран 1110 (Проминвест) Элигран 1110 (ВХЗ) Башгран 1110 (Башпласт)	Винтес 1110 (Проминвест) CC 7760 (Condor Compounds)
Наружная оболочка	Лоусгран 2110 Элигран 2110 Башгран 2110	Винтес 2010 S 6645(Condor Compounds)
Заполнение (внутренняя оболочка)	Лоусгран 3110 Элигран 3110 Башгран 3110	Винтес 3020 CC 5212(Condor Compounds)



Марка кабеля	Наружный диаметр, мм	Количество образцов	Вид крепления	Количество горелок	Длина обугленной и поврежденной части, м
АВВГнг(A)-LS 4x10ок(N)-0,66	18,4	31	без зазора	1	1,12
ППГнг(A)-HF 4x10ок(N)-0,66	18,5	30	без зазора	1	0,65
АВВГнг(A)-LS 4x70мс(N)-1	35,5	10	с зазором	2	1,10
ППГнг(A)-HF 4x70мс(N)-1	37,8	9	с зазором	2	1,16

Рис. 1. Результаты испытаний на нераспространение горения по ГОСТ IEC 60332-3-22-2011 кабелей типов исполнений «нг(A)-LS» и «нг(A)-HF»

распространению горения при групповой прокладке с максимально нормированным объемом сгораемых материалов, соответствующим категории А. Принципиального различия в стойкости к распространению пламени при вертикальном расположении кабелей не установлено.

Исследования по определению показателей, характеризующих пожароопасные свойства полимерных композиций базовых марок, используемых для производства кабелей типа исполнения «нг-HF»,

проводили методом конкалориметрии по ГОСТ Р ИСО 5660-2020 [3] при воздействии теплового потока, равного  $35 \text{ кВт/м}^2$ , что соответствует рекомендациям [4], принятым в мировой практике.

На рисунке 2 приведены графические зависимости интенсивности тепловыделения и суммарного тепловыделения в процессе горения исследуемых материалов для наружных оболочек кабелей. При этом отмечено, что пиковое значение тепловыделения при горении композиции Лоусгран 2110 на 30% превышает пиковое значение тепловыделения при горении композиции Винтес 2010. Однако пламенное горение композиции Лоусгран 2110 быстро затухает, и суммарное тепловыделение композиции Лоусгран 2110 за время опыта (кривая 3) — на 40% ниже, чем при горении безгалогенной композиции Винтес 2010 (кривая 4). Аналогичные результаты получены при испытании полимерных композиций Лоусгран 1110 и Винтес 1110 для изоляции кабелей.

Приведенные на рисунке 2 зависимости интенсивности горения композиций ПВХ-LS и безгалогенных композиций показали, что композиции ПВХ затухают значительно быстрее, чем безгалогенные композиции, при этом образуют прочный коксовый остаток. Горение безгалогенных композиций в начальный период носит замедленный характер, что связано с эндотермическим эффектом отщепления связанных молекул воды в антипирене и ее испарением [5].

Отличительной особенностью кабелей типов исполнений «нг-LS» и «нг-HF» является сниженное дымообразование при горении и тлении. При этом следует отметить, что дымообразование кабелей зависит не только от свойств полимерных материалов, из которых изготовлены кабели, но и от конструктивного исполнения кабелей. Оценка дымообразования кабелей осуществляется при испытании в камере  $27 \text{ м}^3$  в соответствии с ГОСТ IEC 61034-2 [6], а по-

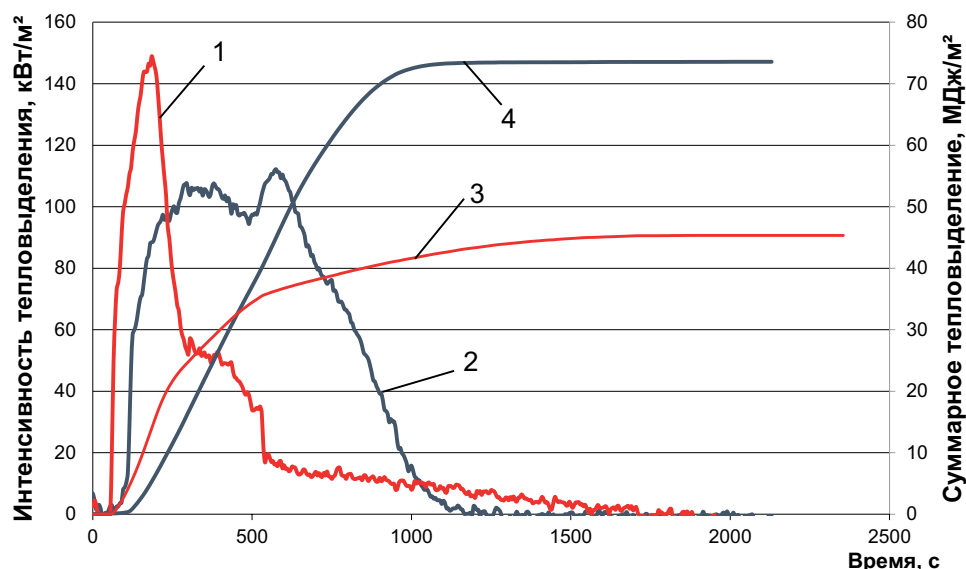
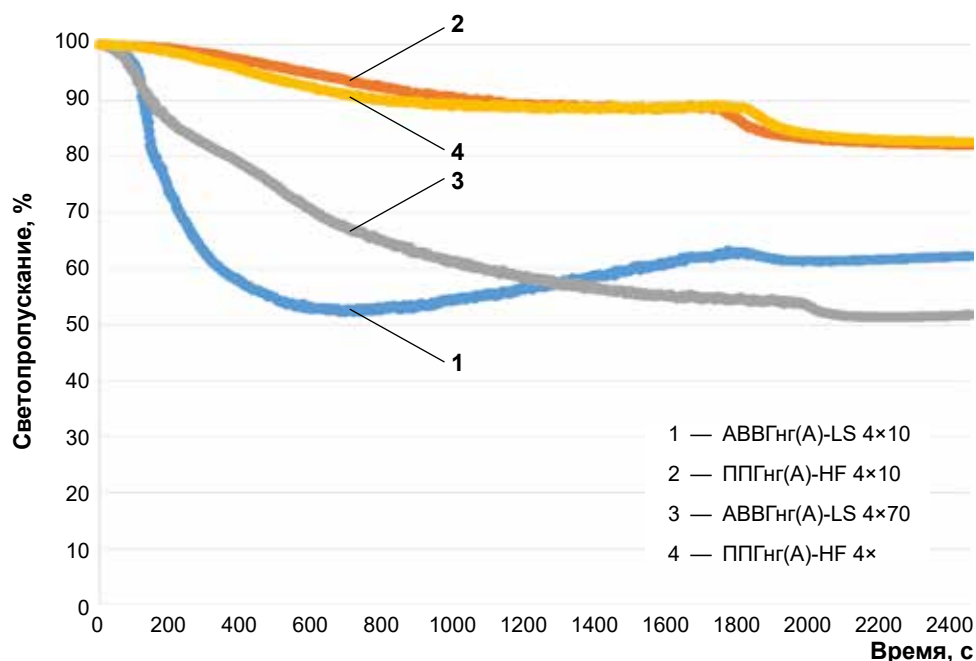


Рис. 2. Графики изменения интенсивности тепловыделения и суммарного тепловыделения при горении композиций для оболочек марок Лоусгран 2110 (кривые 1 и 3) и Винтес 2010 (кривые 2 и 4).



Марка кабеля	Наружный диаметр, мм	Количество образцов	Снижение светопропускания, %
АВВГнг(А)-LS 4×10ок(Н)-0,66	18,4	3	47,5
ППГнг(А)-HF 4×10ок(Н)-0,66	18,5	3	17,9
АВВГнг(А)-LS 4×70мс(Н)-1	35,5	2	48,7
ППГнг(А)-HF 4×70мс(Н)-1	37,8	2	17,4

Рис. 3. Результаты испытаний кабелей типов исполнений «нг(А)-LS» и «нг(А)-HF» по определению оптической плотности дыма в соответствии с ГОСТ IEC 61034-2

лимерных композиций — по ГОСТ 24632-80 [4] и методом конкалориметрии по ГОСТ Р ИСО 5660-2020.

На рисунке 3 приведены результаты испытаний силовых кабелей по ГОСТ IEC 61034-2, где показано снижение светопропускания в камере при горении кабелей.

Как видно из приведенных данных, горение и тление кабеля марки ППГнг(А)-HF приводит к снижению светопропускания в камере для кабелей малых сечений не более чем на 17,9% (кривая 2), в то время как горение и тление кабеля марки АВВГнг(А)-LS приво-

дит к снижению светопропускания на 47,5% (кривая 1).

Испытание полимерных композиций методом конкалориметрии показали, что ПВХ-композиции типа Лоусгран 2110 пониженной пожарной опасности обладают более высокой дымообразующей способностью, чем композиции безгалогенные типа Винтес. При этом скорость дымовыделения, особенно в начальный период горения, ПВХ-композиций значительно выше, чем у безгалогенных.

Динамика дымообразования и суммарное дымовыделение при горении и тлении полимерных композиций для оболочек приведены на рисунке 4. Показано, что интенсивное дымообразование наблюдается у ПВХ-композиций в течение до 4 мин, в то время как у безгалогенных композиций интенсивное дымообразование начинается после 7 мин воздействия теплового потока источника воспламенения и заканчивается спустя 5 мин. Суммарное дымообразование ПВХ-композиций в 2 раза больше, чем у безгалогенных композиций. Поэтому кабели исполнения «нг-HF», если их изоляция, оболочка и заполнение выполнены из полимерных композиций типа Винтес или аналогичных композиций, обладают значительно лучшими показателями в части снижения дымовыделения.

Сводные результаты испытаний полимерных материалов базовых марок методом конкалориметрии приведены в таблице 2.

Принципиальное значение при сравнении кабелей типов исполнений «нг-LS» и «нг-HF» имеют также показатели токсичности газообразных продуктов дыма и газовойдыделения при горении и тлении кабелей. Эквивалентный показатель токсичности кабельного изделия определяется токсичностью материалов с учетом их массовой доли в общей массе полимерных материалов, входящих в конструкцию кабеля [7]. В этой связи рассмотрим результаты сравнительных испытаний по оценке токсичности полимерных ком-

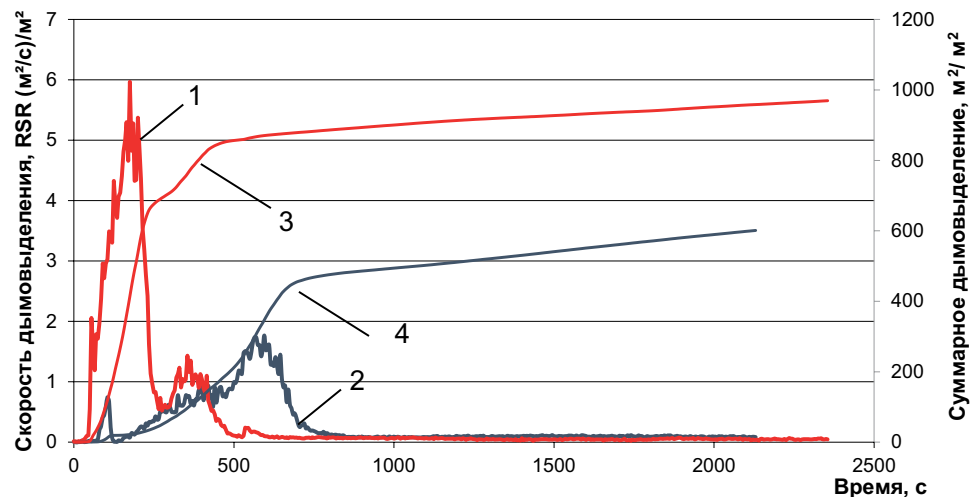


Рис. 4. Графики изменения скорости дымовыделения и суммарного дымовыделения при горении композиций для оболочек марок Лоусгран 2110 (кривые 1 и 3) и Винтес 2010 (кривые 2 и 4)

позиций, используемых при производстве кабелей, к которым предъявляются требования по токсичности продуктов горения. Испытания проводили по методу ГОСТ 12.1.044-89 [7] в трех аккредитованных лабораториях сертификационных центров.

В таблице 3 приведены сводные данные о показателях токсичности испытанных материалов кабельного производства. Здесь также для сравнения приведены данные по токсичности продуктов горения сшиваемых полиолефиновых композиций, используемых для изоляции кабелей типов исполнения «нг-LS» и «нг-HF».

Полученные результаты испытаний свидетельствуют о том, что наиболее высокой токсичностью характеризуются изоляционные полимерные композиции на основе полиэтилена. Все испытанные марки полиэтиленовых пероксидно-сшиваемых и силанольно-сшиваемых композиций относятся к группе высокоопасных материалов по токсичности газообразных продуктов горения.

Композиции на основе ПВХ пониженной горючести с низким дымо- и газовойдыделением типа ПВХ-LS и ПВХ-LTx относятся соответственно к умеренно опасным и малоопасным материалам по токсичности продуктов горения. Применение ПВХ пластификатов с низкой токсичностью продуктов горения позволило освоить производство кабелей типов исполнений «нг(A)-LSLTx» и «нг(A)-FRLSLTx». При этом

Табл. 2. Результаты испытаний по определению показателей пожарной опасности полимерных композиций

Показатели	Единицы измерения	Марки композиций					
		LS-композиции, Лоусгран			HF-композиции, Винтес		
		1110	2110	3110	1110	2010	3020
Пик интенсивности тепловыделения с единицы поверхности	МДж/м <sup>2</sup>	155	157	159	136	110	62
Удельная теплота сгорания	МДж/кг	9,4	7,7	5,4	14,9	13,2	5,1
Суммарная теплота сгорания с единицы поверхности	МДж/м <sup>2</sup>	54,3	43,9	34,9	73,7	71,9	32,9
Потеря массы	%	61,2	55,7	44,7	56,7	54,1	32,1
Средняя удельная скорость потери массы	г/(с·м <sup>2</sup> )	4,0	3,4	3,0	4,0	4,2	2,7
Суммарное дымовыделение с единицы поверхности	м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	1008	910	392	481	452	64

следует обратить внимание на тот факт, что эти композиции характеризуются также низким выделением хлористого водорода по сравнению с ПВХ-пластикатами общего применения. Так, композиции пониженной пожарной опасности при горении выделяют всего 5–10% хлористого водорода, в то время как кабельные пластикаты общепромышленного применения при горении выделяют 28–36% HCl.

Что касается полиолефиновых безгалогенных композиций, то они по показателю «токсичность продуктов горения» относятся к группе умеренно опасных материалов. Предпринятые исследования, направленные на создание полиолефиновых композиций с низкой токсичностью продуктов горения, пока не увенчались успехом.

## ВЫВОДЫ

На основе представленных результатов испытаний полимерных композиций и кабелей, изготовленных с применением этих композиций, дается сравнение преимуществ и недостатков кабелей типов исполнений «нг-LS» и «нг-HF»:

1. По стойкости к воздействию пламени и локализации поврежденной зоны после воздействия источника зажигания оба типа кабелей классифицированы как не распространяющие горение при групповой прокладке с объемом сгораемых материалов 7,0 л/пог.м (категория А по ГОСТ IEC 60332-3-22).
2. Оба типа кабелей относятся к группе кабелей с низким дымо- и газовыделением. Снижение светопропускания в камере 27 м<sup>3</sup> при горении и тлении кабелей не превышает 18% у кабелей типа исполнения «нг-HF» и 49% — у кабелей типа исполнения «нг-LS». При этом результаты испытаний однотипных кабелей на дымообразование по ГОСТ IEC 61034-2 показали, что кабели типа исполнения «нг-HF» обладают более низким дымовыделением, особенно при пламенном горении, по сравнению с кабелями типа исполнения «нг-LS».
3. Материалы для изоляции и оболочек кабелей типов исполнений «нг-LS» и «нг-HF» относятся к умеренно опасным по классификации ГОСТ 12.1.044, хотя при этом значения показателя токсичности  $N_{Cl50\%}$  выше у композиций ПВХ-пластикатов с низким дымо- и газовыделением, чем у безгалогенных композиций. При этом специальные рецептуры ПВХ-пластикатов типа Лоусгран-LTx классифицированы как материалы с низкой токсичностью продуктов горения. Предприятия кабельной промышленности в на-

Табл. 3. Экспериментальные значения по токсичности газообразных продуктов горения полимерных композиций


Тип и марка композиций	Массовая доля летучих веществ, мг/г		Показатель токсичности, г/м <sup>3</sup>	Группа токсичности*
	CO	CO <sub>2</sub>		
1. Изоляционные композиции сшитого полиэтилена:				
1.1 HFDA 0693 BKLS	421	801	9	T <sub>4</sub>
1.2 HFDC 4202 EC	147	209	35	T <sub>3</sub>
фирма Dow Cemical				
1.3 LH 4201	315	450	16	T <sub>3</sub>
1.4 LE 4423/LE 4476	329	517	14	T <sub>3</sub>
фирма Borealis				
2. Композиции поливинилхлоридные типа ПВХ-LS:				
2.1 Лоусгран 3110	46	630	105	T <sub>2</sub>
2.2 Лоусгран 2110	57	720	86,5	T <sub>2</sub>
2.3 Лоусгран 1110	63	740	80,5	T <sub>2</sub>
3. Композиции поливинилхлоридные типа ПВХ-LTx:				
3.1 Лоусгран 3010	15	360	140	T <sub>1</sub>
3.2 Лоусгран 2010	24	399	146	T <sub>1</sub>
3.3 Лоусгран 1010	18	311	129	T <sub>1</sub>
4. Композиции безгалогенные:				
4.1 Винтес 3020	34	211	103	T <sub>2</sub>
4.2 Винтес 2010	55	182	59,5	T <sub>2</sub>
4.3 Винтес 1010	64	220	75	T <sub>2</sub>

\* T<sub>1</sub> — малоопасные; T<sub>2</sub> — умеренно опасные; T<sub>3</sub> — высокоопасные; T<sub>4</sub> — чрезвычайно опасные.

стоящее время освоили серийное производство кабелей на их основе. Кабели типов исполнений «нг(A) LSLTx» и «нг(A)-FRLSLTx» являются единственным типом кабелей, которые сертифицированы на соответствие требований по токсичности продуктов сгорания.

4. Безгалогенные композиции, применяемые для изготовления кабелей типа исполнения «нг-HF» полностью удовлетворяют требованиям ГОСТ IEC 60754-2 [8] по отсутствию коррозионно-активных газообразных продуктов горения. В этой связи кабели типа исполнения «нг-HF» были рекомендованы для прокладки в помещениях и сооружениях, насыщенных электронной техникой, воздействие на которую газообразных продуктов горения, содержащих хлор, бром, фтор, может привести к коррозионному разрушению электронных плат и выходу их из строя.

С учетом приведенного сравнительного анализа представляется целесообразным уточнить нормированные в ГОСТ 31565-2012 [7] области применения кабельных изделий, ориентируясь на показатели их пожарной опасности и отличительные особенности поведения кабелей при пожаре.

Кабели огнестойкого исполнения «нг(A)-FR» при использовании в зданиях и сооружениях рекомендованы для питания электрооборудования систем противопожарной защиты, которые должны сохранять работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для эвакуации людей и обеспечения работы оборудования систем противопожарной защиты, в том числе оборудования систем безопасности. 

## ЛИТЕРАТУРА

1. Каменский М.К., Мещанов Г.И., Фрик А.А. Провода и кабели пожаробезопасного исполнения. Современное состояние и тенденция развития // Кабели и провода, 2017, № 3(365). С. 30–35.
2. ГОСТ IEC 60332-3-22-2011. Испытания электрических и оптических кабелей в условиях воздействия пламени. Часть 3-22. Распространение пламени по вертикально расположенным пучкам проводов или кабелей. Категория А. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200101503>.
3. ГОСТ Р ИСО 5660-2020. Испытания по определению реакции на огонь. Интенсивности тепловыделения, дымообразования и потери массы. Часть 1. Определение интенсивности тепловыделения методом конического калориметра и интенсивности дымообразования измерениями в динамическом режиме. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566461626>.
4. Hurley M.J. (Editor-in-Chief), Gotluk D., Hall Jr. J.R., Harada K., Kuligowski E., Puchovsky M., Toro J., Watts Jr. J.M., Wieczorek Ch. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering 2016. Edition: 5. Chapter: 28 The Cone Calorimeter. URL: <https://download.e-bookshelf.de/download/0008/0074/62/L-G-0008007462-0024373545.pdf>.
5. Василец Л.Г., Золотарев В.М., Чулеева Е.В. Пожаробезопасные полимерные композиционные материалы на основе олефиновых сополимеров. Регулирование технологических, физико-механических и теплофизических свойств // Кабели и провода, 2018, № 3(371). С. 20–28.
6. ГОСТ IEC 61034-2-2011. Измерение плотности дыма при горении кабелей в заданных условиях. Часть 2. Метод испытания и требования к нему. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200100670>.
7. ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84). Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200004802>.
8. ГОСТ 31565-2012. Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200101754>.

## REFERENCES

1. Kamenskiy M.K., Meshchanov G.I., Frik A.A. Fire-proof version of wires and cables. Actual condition and development trend // Kabeli i provoda [Cables and wires], 2017, no. 3(365), pp. 30-35. (In Russian)
2. State Standard GOST IEC 60332-3-22-2011. Tests on electric and optical cables under fire conditions. Part 3-22. Flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables. Category A. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200101503>.
3. State Standard GOST R ISO 5660-2020. Reaction-to-fire tests. Heat release, smoke production and mass loss rate. Part 1. Determination of heat release rate by using cone calorimeter method and of smoke production rate by dynamic measurements. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566461626>.
4. Hurley M.J. (Editor-in-Chief), Gotluk D., Hall Jr. J.R., Harada K., Kuligowski E., Puchovsky M., Toro J., Watts Jr. J.M., Wieczorek Ch. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering 2016. Edition: 5. Chapter: 28 The Cone Calorimeter. URL: <https://download.e-bookshelf.de/download/0008/0074/62/L-G-0008007462-0024373545.pdf>.
5. Vasilyets L.G., Zolotarev V.M., Chuleeva E.V. Fireproof olefin copolymer-based polymeric composites. Adjustment of technological, physical and mechanical and thermal properties // Kabeli i provoda [Cables and wires], 2018, no. 3(371), pp. 20-28. (In Russian)
6. State Standard GOST IEC 61034-2-2011. Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions. Part 2. Test procedure and requirements. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200100670>.
7. State Standard GOST 12.1.044-89 (ISO 4589-84). Occupational safety standards system. Fire and explosion hazard of substances and materials. Nomenclature of indices and methods of their determination. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200004802>.
8. State Standard GOST 31565-2012. Cable products. Requirements of fire safety. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200101754>.



+7 (495) 111-78-77  
[info@vsk-energo.ru](mailto:info@vsk-energo.ru)  
[www.vsk-energo.ru](http://www.vsk-energo.ru)

**ОПЕРАТИВНОСТЬ**  
**НАДЕЖНОСТЬ**  
**КАЧЕСТВО**

ООО «ВСК-ЭНЕРГО» — динамично развивающаяся компания, поставщик электротехнического оборудования ведущих производителей России и стран СНГ. Ассортимент продукции позволяет удовлетворить запросы и потребности любого клиента — от государственных до частных компаний.

- ✓ **Силовые трансформаторы:** масляные герметичные трансформаторы (ТМ, ТМГ, ТМЗ, ТМФ) сухие трансформаторы (ТСЛ, ТСЗЛ)
- ✓ **Комплектные трансформаторные подстанции (КТП):** столбовые, мачтовые, киосковые, контейнерные, блочные, бетонные
- ✓ **Щитовое оборудование:** главный распределительный щит (ГРЩ), вводно-распределительное устройство (ВРУ), низковольтные устройства (НКУ), щит учета распределения (ЩУР), щит автоматического переключения (ЩАП), щит освещения (ЩО), щит аварийного освещения (ЩАО)

- ✓ **Распределительные устройства:** распределительные устройства высокого напряжения (РУВН), распределительные устройства низкого напряжения (РУНН)
- ✓ **Линейная арматура для ВЛ:** сцепная, поддерживающая, натяжная, соединительная, контактная и защитная
- ✓ **Опоры железобетонные:** СВ 95-2, СВ 95-3с, СВ 110-35, СВ 110-5, СВ 164-12, СВ 164-20
- ✓ **Виброгасящие опоры для сухих трансформаторов от 100 до 3150 кВА**

Все изделия имеют необходимую документацию и гарантию.