

О КАЧЕСТВЕ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫХ ПЛАСТИКАТОВ ПОВЫШЕННОЙ ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ КАБЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

E.B. Vasilev, *Cand. Sc. (Economics), Deputy General Director of JSC VNIIEK;*

M.K. Kamensky, *Cand. Sc. (Engineering), Deputy Division Manager of JSC VNIIEK;*

A.S. Pronin, *Head of Laboratory of JSC VNIIEK*

Е.Б. Васильев, *канд. экон. наук, заместитель генерального директора ОАО "ВНИИКП";*

М.К. Каменский, *канд. техн. наук, заместитель заведующего отделением ОАО "ВНИИКП";*

А.С. Пронин, *заведующий лабораторией ОАО "ВНИИКП"*

Аннотация. Показано развитие производства поливинилхлоридных (ПВХ) пластикаторов пониженной пожарной опасности и кабелей, не распространяющих горение исполнения «НГ-LS». Применение кабелей этого исполнения позволило повысить пожарную безопасность кабельных коммуникаций на объектах атомной энергии, метрополитена, промышленных предприятий.

Отмечено, что в связи с ростом применения кабелей во всех отраслях экономики объёмы производства ПВХ-пластикаторов пониженной пожарной опасности выросли до 30 % суммарного объёма применяемых кабельных пластикаторов, при этом качество ПВХ-пластикаторов снизилось.

Комитетом «Антиконтрафакт» Ассоциации НП «Электрокабель» принимаются комплекс мер, направленных на стабилизацию качества ПВХ пластикаторов. Создается национальная нормативная база для производства пластикаторов в виде ГОСТ Р и согласована «дорожная карта» по повышению качества пластикаторов пониженной пожарной опасности и кабелей исполнения «НГ-LS».

Ключевые слова: пожары в электроустановках, поливинилхлоридные пластикаты, горючесть, дымообразование, термическое старение, дорожная карта, качество, национальный стандарт.

Abstract. The production development of flame retardant and low smoke PVC compounds and НГ-LS cables is described. The use of these cable versions enabled the improvement of fire safety of cable installations in nuclear power plants, underground railway and manufacturing facilities. It is shown that due to the growing use of cables in all sectors of economy the production output of flame retardant and low smoke PVC compounds increased up to 30 % of the total volume of the applied cable compounds; however the quality of PVC compounds decreased.

The "Anticounterfeit" committee of the Electrocable Association implements a comprehensive set of measures aimed at stabilizing the quality of PVC compounds. A national normative base for PVC compound production is being formed in the form of GOST R and a "roadmap" for the quality improvement of flame retardant and low smoke PVC compounds and НГ-LS cable versions has been agreed.

Key words: fires in electrical installations, polyvinylchloride compounds, flammability, smoke emission, thermal ageing, roadmap, quality, national standard.

*Материал поступил в редакцию 06.05.2020
E-mail: vniikp@vniikp.ru*

Развитие жилищного строительства, сооружение торгово-развлекательных центров и других объектов с массовым пребыванием людей привело к тому, что вопросы пожарной безопасности этих объектов стали актуальной проблемой для проектных организаций и надзорных органов.

Несмотря на применяемые меры по обеспечению пожарной безопасности статистические данные МЧС России свидетельствуют, что значительная доля пожаров на упомянутых объектах относится к пожарам в электроустановках. Так, в 2018 году общее число пожаров от электрических изделий составляло 44 060 (33,4% от общего количества пожаров). Из них 30 950 пожаров приходится на пожары, связанные с применением электрических кабелей и проводов, что составляет 70,2% к числу пожаров от электрических изделий. Прямой ущерб от пожаров, связанных с применением кабелей и проводов, составляет 3,5 млрд. руб. (74,6% к общему ущербу от пожаров из-за электрических изделий). При этом число погибших людей от пожаров, связанных с кабелями и проводами, составило 1 140 человек (примерно 50% к общему числу погибших при пожарах в электроустановках). Наиболее пожароопасная обстановка сложилась в жилищном секторе, где доля пожаров от электропроводок достигает 70 % от общего числа пожаров в зданиях и сооружениях, на промышленных предприятиях, предприятиях транспорта и объектах торговли.

В такой статистической информации представлены и причины пожаров, среди которых присутствуют дефекты монтажа электропроводок, дефекты конструкций кабелей, нарушение режимов эксплуатации электроустановок и электрических кабелей, а так же использование кабелей и проводов общепромышленного исполнения, не отвечающих современным требованиям пожарной безопасности.

Еще в конце 70-х годов прошлого столетия было показано (экспериментально установлено), что применение кабелей общепромышленного исполнения всех типов, которые удовлетворяют требованиям по нераспространению горения для одиночного образца, не исключает нераспространение горения при групповой прокладке кабелей и создает условия для развития пожара при загорании кабелей от поджигания внешним источником или при нарушении нагрузочных режимов эксплуатации. В этой связи ВНИИ кабельной промышленности (ВНИИКП) был выполнен ряд научно-исследовательских работ с целью определения стойкости кабелей к распространению горения, выработке мер по обеспечению локализации загорания кабелей и созданию специальных материалов пониженной горючести для электрических кабелей, не распространяющих горение при групповой прокладке.

В результате выполненного комплекса работ в 1984 г. было разработано и освоено промышленное производство поливинилхлоридных пластиков (ПВХ-пластиков) пониженной горючести типа НГП 40-32 и НГП 30-32, у которых за счёт использования комплексного антипирена, состоящего из гидрооксида алюминия и трехоксида сурьмы, было повышено значение кислородного индекса более 32 при сохранении всех других физико-механических и физических характеристик на уровне требований действующего ГОСТ на ПВХ-пластикаты.

Разработанные ПВХ-пластикаты пониженной горючести не уступали по характеристикам лучшим зарубежным аналогам, которыми являлись специальные ПВХ пластикаты японской фирмы «Сумитомо Бакелит»

Благодаря созданию ПВХ-пластиков пониженной горючести были разработаны электрические кабели, не распространяющие горение исполнения «НГ», внедрение которых позволило значительно снизить пожары в кабельном хозяйстве энергетических объектов, где в связи с ростом передаваемых мощностей и развитием систем управления значительно возросла концентрация кабелей в сооружениях. Проблема пожаров на электростанциях была снята на многие годы. Однако в связи с участием российских предприятий в строительстве атомных электростанций (АЭС) за рубежом в конце 90-х годов потребовались кабели, обладающие более широким комплексом свойств, характеризующих пожарную безопасность кабельной продукции.

Так, для поставки кабельных изделий на АЭС «Бушер-1» (Иран) и АЭС «Куданкулан» (в Индии) потребовались кабели, удовлетворяющие не только требованию по нераспространению горения, но и отвечающие требованиям по дымообразованию, отсутствию при горении коррозионноактивных газов, а также кабелей для систем безопасности АЭС, сохраняющих работоспособность при пожаре. Техническими и экономическими обоснованными решениями при разработке кабелей нового поколения было использование специальных типов усовершенствованных рецептур ПВХ-пластиков пониженной пожарной опасности с низким дымо- и газовыделением, низкой эмиссией хлористого водорода при горении и обладающих более высокой стойкостью к термическому старению. Созданные отечественные рецептуры ПВХ-пластиков не имели зарубежных аналогов, что позволило обеспечить производство серии кабелей исполнения «НГ-LS», которые завоевали российский рынок кабелей для АЭС. Эти кабели нашли широкое применение не только в атомной энергетике, но и во всех секторах экономики.



Высокий технический уровень характеристик пожаробезопасной кабельно-проводниковой продукции позволил по ряду параметров определить ведущие мировые кабельные фирмы, а созданные пожаробезопасные ПВХ-пластикаты (серии «ПП» и так называемые «цифровые») не смогли повторить химические предприятия в Европе. Тем самым рынок пожаробезопасных кабелей и ПВХ-пластикатов стал полностью российским.

Развитие широкого применения кабелей исполнения «НГ-LS» на объектах, где отсутствует системный подход к контролю качества продукции, аналогичный принятому для объектов использования атомной энергии, привело к появлению в 2011-2012 годах на рынке фальсифицированных ПВХ-пластикатов типа «LS» и кабелей на их основе. Фальсификат на рынке кабелей исполнения «НГ-LS» и ПВХ-пластикатов для производства кабелей приобрел массовый характер, так как эта группа продукции была наиболее маргинальной.

Если первые 5 лет от начала производства ПВХ пластикаты пониженной пожарной опасности изготавливались на двух предприятиях, а производство кабелей исполнения «НГ-LS» осуществлялось ограниченным числом кабельных предприятий по лицензионным договорам, то к 2010 году эту продукцию стали выпускать практически все предприятия химической промышленности и большинство кабельных заводов.

Доля производства ПВХ пластикатов для кабелей пожаробезопасных исполнений в общем объеме производства пластикатов представлена на рис. 1.

Тревогу вызывают несоответствия в группах ПВХ-пластикатов пониженной пожарной опасности и

ПВХ-пластикатов пониженной горючести. Эти несоответствия относятся к основным показателям, характеризующим пожарную безопасность и показателям, влияющим на эксплуатационные свойства кабелей.

Чем вызваны эти несоответствия? Характеристики ПВХ-пластикатов в значительной степени определяются правильно подобранным составом ингредиентов и технологией компаундирования. В рецептурах, разработанных ВНИИКП совместно с предприятиями химической промышленности в период 2000-2005 гг., были определены соотношения компонентов, конкретные марки ингредиентов и их изготовители. В рецептурах содержится ряд дорогостоящих компонентов, влияющих на совокупность показателей композиций. Обеспечение контроля за соблюдением рецептурного состава и технологии производства были гарантией качества выпускаемых материалов. При массовом производстве на различных предприятиях, оснащенных различным технологическим оборудованием, качество материалов должно было бы быть критерием выхода на рынок. Однако этого не произошло.

Так как в настоящее время основным критерием при закупке материалов является уровень оптовой цены, то в условиях рыночной конкуренции производители стремятся минимизировать затраты на производство. Как правило, это достигается путем применения более дешевых ингредиентов. Качество продукта принесено в жертву цене. Исследования ПВХ-пластикатов методами термического и спектрального анализа показали, что по сравнению с базовыми рецептурами пластикатов, основные изменения вызваны заменой пластификаторов, антипиренов, дымоподавителей и термостабилизаторов.

В результате у производителей кабелей появляются материалы, которые не обеспечивают уровень характеристик, заложенных в отраслевой документации на кабели с индексом LS, HF, FRLS, FRHF. Кроме того, многие заводы не в состоянии определить качество материалов при входном контроле, т.к. не обладают комплексом необходимого лабораторного оборудования.

В 2019 году вопросы качества ПВХ-пластикатов и кабелей исполнения «НГ-LS» на рынке кабельной продукции были рассмотрены и дана оценка комитетом «Антиконтрафакт» Ассоциации НП «Электрокабель», где был выработан ряд мер по обеспечению качества кабелей пожаробезопасного исполнения. Для оценки соответствия ПВХ пластикатов были согласованы отраслевые технические требования, предъявляемые к материалам для производства кабельных изделий исполнения «НГ-LS», предназначенных для общепромышленного применения (кроме объектов атомной энергии, метро). Уровень технических требований по базовым показателям на основе ТУ 16.К71.458-2019 приведен в табл. 1.



Рис. 1. Структура производства ПВХ-пластикатов для кабельной промышленности

Таблица 1

Основные технические требования к ПВХ пластикатам пониженной пожарной опасности

Наименование показателей	Нормированное значение			Метод испытаний
	для изоляции	для оболочки	для заполнения	
1	2	3	4	5
1. Горючесть методом кислородного индекса, % не менее	30	35	30	ГОСТ 12.1.044 ГОСТ 21793
2. Категория стойкости к горению, не ниже	ПВ-1	ПВ-0	ПВ-0	ГОСТ 28157
3. Максимальная оптическая плотность дыма:				ГОСТ 24632
- при горении, $D_{\text{макс}}$, не более	250	180	120	
- при тлении, $D_{\text{макс}}$, не более	200	200	150	
4. Количество выделяемых газов галогенных кислот, мг/г, не более	120	100	50	ГОСТ IEC 60754-1
5. Температура хрупкости, °С, не выше	Минус 20	Минус 20	Не нормируют	ГОСТ 5960 п.4.9
6. Холодостойкость, °С, не выше	Минус 30*	Минус 30*	Не нормируют	п. 5.6.2 ТУ16.К71-458-2019
7. Удельное объемное электрическое сопротивление при (20 ± 2) °С, Ом*см, не менее	$5 \cdot 10^{13}$	$1 \cdot 10^{11}$	Не нормируют	ГОСТ 6433.2
8. Удельное объемное электрическое сопротивление при (70 ± 2) °С, Ом*см, не менее	$5 \cdot 10^{10}$	Не нормируют	Не нормируют	ГОСТ 6433.2
9. Прочность при разрыве, МПа, не менее	11,5	11	4	ГОСТ IEC 60811-501
10. Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	220	200	150	ГОСТ IEC 60811-501
11. Старение при температуре (100 ± 2) °С в течение 7 сут.:				
- Прочность при разрыве, МПа, не менее	10	10	Не нормируют	ГОСТ IEC 60811-401
- Отклонение прочности при разрыве, %, не более	± 25	± 25	Не нормируют	ГОСТ IEC 60811-401
- Относительное удлинение при разрыве, %, не более	125	125	Не нормируют	ГОСТ IEC 60811-501
- Отклонение относительного удлинения при разрыве, %, не более	± 25	± 25	Не нормируют	ГОСТ IEC 60811-501
12. Потери в массе при старении в течение 7 суток, мг/см ² , не более:				
при (80 ± 2) °С	1,5	1,5	Не нормируют	ГОСТ IEC 60811-409
при (100 ± 2) °С	4,0*	4,0*	Не нормируют	ГОСТ IEC 60811-409
13. Водопоглощение при температуре (70 ± 2) °С в течение 10 сут., мг/см ² , не более	8,0	8,0	Не нормируют	ГОСТ IEC 60811-402
14. Плотность, г/см ³ , не более	1,65	1,75	1,93	ГОСТ IEC 60811-606
15. Светостойкость при температуре 70 °С, ч, не менее	Не нормируют	2000	Не нормируют	ГОСТ 9.708 (метод 2)
16. Стойкость к продавливанию при температуре (80 ± 2) °С в течение 6 ч, глубина продавливания, %, не более	50	50	Не нормируют	ГОСТ IEC 60811-508
17. Термостабильность при температуре $(200 \pm 0,5)$ °С, мин, не менее	80	100	80	ГОСТ IEC 60811-405
18. Время достижения предельного состоянию при длительном термическом старении, лет, не менее	-	30	-	п. 5.18 ТУ 16.К71-458-2019

* – нормы по показателю являются факультативными до 01.07.2020



Были проведены испытания ПВХ-пластиков, изготавливаемых пятью предприятиями химической промышленности по заводским техническим условиям. При этом установили, что только так называемые ПВХ-пластики цифровых марок полностью соответствуют согласованным требованиям. При испытаниях ПВХ-пластиков серии ПП всех других марок были выявлены несоответствия по показателям, характеризующим хладостойкость, стойкость к термическому старению и пожарную опасность.

Таким образом, было показано, что только около 11 % ПВХ-пластиков соответствуют требованиям, предъявляемым к пластикам для производства кабелей исполнения «НГ-LS».

Принимая во внимание, что пластики цифровых марок (1110, 2110 и 3110) имеют более высокую стоимость среди пластиков для кабелей исполнения «НГ-LS», было рекомендовано в 2019 г. производство кабелей осуществлять с использованием материалов, изготавливаемых по ТУ16.К71-458-2019, в кото-

рые внесены уточнения по отдельным показателям. Было предложено установочные серии материалов, изготавливаемых по ТУ16.К71-458-2019, представить на добровольную сертификацию в орган по сертификации «Кабельсерт». Программа сертификационных испытаний, представленная в табл. 2, содержит комплекс проверок материалов по базовым характеристикам и перечень испытаний образцов кабелей по подтверждению показателей пожарной безопасности и эксплуатационным характеристикам.

В настоящее время на основании положительных результатов испытаний сертификаты соответствия получили ООО «Проминвест», ПАО «ВХЗ» и ООО «Башпласт». Другие производители ПВХ-пластиков на сертификацию свою продукцию не представляли и продолжают поставлять материалы кабельным предприятиям неизвестного качества. Не случайно при проверках продукции кабельных заводов постоянно выявляются кабели, не соответствующие требованиям нормативной документации.

Таблица 2

Перечень испытаний ПВХ-пластиков и образцов кабелей

2.1. Перечень испытаний ПВХ-пластиков

Наименование испытания	Технические требования (по ТУ 16.К71-458-2019с изм. 1)	Метод испытаний
1. Горючесть методом кислородного индекса	п. 1.5 Таблица 1 п. 1	ГОСТ 21793-76
2. Максимальная оптическая плотность дыма	п. 1.5 Таблица 1 п. 2	ГОСТ 24632-81
3. Температура хрупкости	п. 1.5 Таблица 1 п. 4	ГОСТ 5960-72 п. 4.9
4. Хладостойкость	п. 1.5 Таблица 1 п. 5	п. 5.6 ТУ 16.К71-458-2019 с изм.1
5. Прочность при разрыве	п. 1.5 Таблица 1 п. 8	ГОСТ ИЕС 60811-501-2015 и п. 5.8 ТУ 16.К71-458-2019
6. Относительное удлинение при разрыве	п. 1.5 Таблица 1 п. 9	ГОСТ ИЕС 60811-501-2015, ГОСТ ИЕС 60811-401-2015 и п. 5.9 ТУ 16.К71-458-2019
7. Старение при температуре (100±2)°С в течение 7 сут.	п. 1.5 Таблица 1 п. 10	

2.2. Перечень испытаний кабелей исполнения «НГ-LS»

Наименование испытания	Технические требования (по ТУ 16.К71-310-2001)	Метод испытаний
1. Дымообразование	п. 2.3.2	ГОСТ ИЕС 61034-2
2. Испытание по подтверждению срока службы кабелей	п. 1.8	РД 16.К00-006-99, СТО 00217053-001-2015
3. Стойкость к монтажным изгибам	п. 1.4а	пункт 8.4 ГОСТ 31996-2012 (для силовых); пункт 5.3.4 ГОСТ 26411-80 (для контрольных)

Комитетом «Антиконтрафакт» кабельному сообществу была предложена процедура проведения работ по повышению качества материалов для производства кабелей исполнения «НГ-LS» на предприятиях ассоциации НП «Электрокабель».

Ниже на рис. 2 представлена блок-схема «дорожной карты» по повышению качества ПВХ пластикатов.

Вышеуказанные рекомендации были одобрены и приняты общим собранием ассоциации «Электрокабель» в сентябре 2019 г. С этого времени произошли положительные изменения и многие заводы стали вытеснять из своего производства фальсифицированные материалы. Это прежде всего такие заводы, как «Спецкабель», «Экспокабель», «Электропровод», «Чувашкабель», «Подольскабель» и заводы «Кабельного Альянса».

Однако, кардинального сдвига в вытеснении низкокачественных пожаробезопасных ПВХ-пластикатов еще не произошло. Одной из причин этого является то, что отсутствует взаимная ответственность участников рынка кабельной продукции за качество конечного продукта – кабельной продукции.

Чтобы изменить сложившуюся ситуацию ООО «Кабельный Альянс», ЗАО «Торговый Дом ВНИИКП», ООО «Проминвест-Пластик» и ООО «Башпласт» подписали соглашение о консолидированной ответственности за качество ПВХ-пластикатов для пожаробезопасных кабелей с индексом «LS», а также за качество кабельно-проводниковой продукции, выпускаемой заводами «Кабельного Альянса».

На взгляд ее участников такого рода соглашение определяющее ответственность всех сторон, поможет вывести ситуацию с качеством пожаробезопасных



Рис. 2. Блок-схема «дорожной карты»



ПВХ-пластиков на новый уровень и будет способствовать выпуску кабелей с индексом «LS», полностью соответствующих требованиям надежности и пожарной безопасности.

В настоящее время все предприятия изготовители ПВХ-пластиков для пожаробезопасных кабелей осуществляют производство и поставку пластиков конкретных марок по собственным техническим условиям. Чтобы привести требования к ПВХ-пластикам к единой нормативной базе ВНИИКП и Ассоциация «Электрокабель» включили в план национальной стандартизации на 2020 г. разработку ГОСТ Р на ПВХ-пластики пониженной пожарной опасности для кабельной промышленности.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. На рынке кабельной продукции в области пожаробезопасных материалов сохраняется нездоровая обстановка. Около 40 тыс. тонн поступает на рынок фальсифицированных пожаробезопасных ПВХ-пластиков.

2. В результате выполненной в 2019 г. работы комитетов «Антиконтрафакт» Ассоциацией «Электрокабель» была доработана нормативно-техническая документация, произведен выпуск опытно-промышленных и промышленных партий ПВХ-пластиков на трех предприятиях, проведены сертификационные испытания, подтвердившие хороший уровень и качество этих материалов.

В настоящее время пожаробезопасные ПВХ-пластики, выпускаемые по ТУ: ТУ 16.К71-458-2019, ТУ 24.1-30989828-002-2001, ТУ 2246-475-05761784-2004, ТУ 2246-012-79658004-2012, обеспечивают уровень требований, предъявляемых к проводам и кабелям с индексом «LS».

3. Участникам кабельного рынка, а именно производителям материалов и кабелей рекомендуется следовать «дорожной карте» разработанной комитетом «Антиконтрафакт», чтобы поднять уровень качества пожаробезопасных ПВХ-пластиков и кабелей исполнения «НГ-LS».

4. Ассоциации «Электрокабель» необходимо принять меры по проведению контрольных проверок на кабельных заводах с целью предупреждения и выявления некачественной кабельно-проводниковой продукции, а крупным потребителям и трейдерам усилить контроль качества за кабелями пожаробезопасного исполнения у себя на складах.

5. Всем членам кабельного рынка требуется солидарная ответственность за качество пожаробезопасных материалов и кабелей, поскольку эта ответственность напрямую связана с безопасностью и жизнью наших граждан.

6. Необходимо в 2020 году завершить работы по созданию ГОСТа на пожаробезопасные ПВХ-пластики, что позволит создать единую нормативную базу для всех производителей, повысить технический уровень и качество материалов для производства кабелей пожаробезопасного исполнения «НГ-LS».

ПОДПИСАТЬСЯ НА ЖУРНАЛ «КАБЕЛИ И ПРОВОДА» МОЖНО В РЕДАКЦИИ

Стоимость подписки на 2 полугодие 2020 года (3 номера):

НДС не облагается по ст. 145 НК РФ

для членов Ассоциации «Электрокабель» — 1275 руб.
для учебных заведений и студентов — 480 руб.
для остальных подписчиков России и стран СНГ — 1380 руб.
для подписчиков зарубежных стран — 33 у.е.

По вопросам подписки: Алла Тимофеева
Тел./факс: +7 (495) 918-16-27 E-mail: kp@vniikp.ru

Реквизиты для оплаты в рублях:

ИНН 7722159427
КПП 772011001
р/с 40702810238120102932
в Московском банке ПАО "Сбербанк", г. Москва
к/с 30101810400000000225
БИК 044525225

Подписной индекс в каталогах агентств «Роспечать» и «Урал-Пресс» — **79943**