

О.К. Барашков, технический директор ООО Завод «Вестпласт»

К ВОПРОСУ О НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ СТАНДАРТОВ НА КАБЕЛЬНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ

Аннотация. В статье дан краткий анализ современного состояния в области стандартизации кабельных пластмасс в России, констатировано существенное отставание в этой области относительно реального технического уровня и ассортимента применяемых материалов. Подчёркнута настоятельная необходимость разработки нового национального стандарта путём адаптации европейского подхода построения стандартов на кабельные материалы по типовому принципу к реальной ситуации в российской кабельной промышленности.

Ключевые слова: стандартизация; кабельные пластмассы; медиальное значение; рабочая температура; низкотемпературные свойства; пожарная безопасность.

Abstract. The article gives a brief analysis of the current state in the field of standardization of cable plastics in Russia. It is stated that there is a significant lag in this area relative to the real technical level and range of materials used. The urgent need to develop a new national standard by adapting the European approach to the construction of standards for cable materials on a standard basis to the real situation in the Russian cable industry is emphasized.

Key words: standardization, cable plastics, median value, operating temperature, low-temperature properties, fire safety.

Материал поступил в редакцию 14.11.2017
E-mail: info_gt@vestplast.com

Способность кабельной индустрии на протяжении многих десятилетий обеспечивать решение разнообразных технических проблем, возникающих по мере развития экономики, в значительной степени определяется уровнем свойств полимерных композиций, способностью соответствующих отраслей создавать новые типы материалов. Реальные достижения в этой области непременно фиксируются в стандартах на материалы. Естественно, стандарты на материалы и стандарты на кабели должны быть взаимосвязаны.

Поскольку функционирование одной и той же полимерной композиции зависит от конструкции кабельного изделия, совокупность свойств композиции, описанных в стандарте на неё, не может служить абсолютной гарантией получения кабельного изделия с заданными характеристиками.

То есть объективно существует проблема соответствия стандартов на материалы и стандартов на кабели. Ниже на примере европейских стандартов будут показаны пути решения этой проблемы.

Российский кабельный рынок успешно осваивает новые типы ПВХ-композиций, увеличивается потребление безгалогенных композиций, в том числе и выпускаемых российскими производителями. К большому сожалению, реальный прогресс кабельной отрасли не находит своего выражения в российских национальных стандартах на кабельные композиции.

Фактически, все новые марки пластикаторов, а также появившиеся отечественные безгалогенные композиции и кабельные термоэластопласты (ТЭП) выпускаются по ТУ производителей. Причём ГОСТ 5960–72 [1] на ПВХ-стандарты становится чисто формальным, а национальные стандарты на безгалогенные композиции и кабельные ТЭП отсутствуют.

Одновременно государственные стандарты на кабельные изделия (ГОСТ Р МЭК) приведены в полное соответствие

с европейскими нормами. Это вводит серьёзную неопределённость в проблему соответствия стандартов на кабельные материалы и кабельные изделия применительно к российскому рынку. Поясним это на примере ГОСТа 31996–2012 [2].

Характеристики кабельных пластикаторов приведены в таблицах 11 и 12 этого ГОСТа. Конкретно там указаны прочность при растяжении, относительное удлинение при разрыве до и после теплового старения, водопоглощение, потеря массы и относительное удлинение при низкой температуре. В ГОСТе 5960–72 для характеристики низкотемпературных свойств пластика используется показатель «температуры хрупкости». Показатели «водопоглощение» и «потеря массы» присутствуют в обоих стандартах, но экспериментальные методики для получения соответствующих характеристик пластика и даже размерности этих показателей в двух стандартах различны.

Размерности показателей прочности при растяжении и относительного удлинения при разрыве до и после теплового старения совпадают в обоих стандартах, но методики подготовки образцов и проведения процедуры старения разные.

В качестве конкретного примера возьмём основную изоляционную марку российского рынка поливинилхлоридных пластикаторов – И 40-13А (рецептура 8/2). При старении и в течение 7 суток при 100 °С в ГОСТ 5960–72 указана величина сохранения относительного удлинения при разрыве не менее 80 % от исходной, в ГОСТ 31996–2012 – не менее 75 %. Как видно, значения показателей близки, но дело в том, что сравнивать их бессмысленно, поскольку методики эксперимента различны: по европейскому стандарту 60811 [3], методика которого применена в ГОСТ 31996–2012, старение проводится в термошкафу с обменом воздуха, в отличие от методики ГОСТ 11262 [4], применённой в ГОСТе 5960–72.

По существу, это означает следующее: материал, показавший сохранение $\varepsilon > 80\%$ по ГОСТ 59620–72 не обязательно покажет сохранение $\varepsilon > 75\%$ по методике ГОСТа 31996–2012. Пластикат рецептуры 8/2 по характеристикам и составу может быть отнесен к типу TI 1 европейского стандарта BS EN 50363 [5]. Характеристики пластикатов согласно этому стандарту получают по методикам из стандарта МЭК60811. Тепловое старение для пластикатов типа TI 1 проводят в течение 7 суток при температуре 80 °С. Отсюда вывод: методика стандарта МЭК60811 существенно более жесткая, чем в ГОСТ 5960–72 и не факт, что основной изоляционный материал общего назначения российской кабельной отрасли, однозначно соответствующий требованиям ГОСТ 5960–72 по показателю сохранения относительного удлинения после теплового старения, выдержит испытание по методике ГОСТ 31996–2012.

Резюмируя вышеизложенную информацию, можно сделать обоснованный вывод, что действующий ГОСТ 31996–2012 на кабели с пластмассовой изоляцией в отношении характеристик применяемых материалов практически не имеет ничего общего с действующим ГОСТ на ПВХ-пластикаты.

Остается добавить, что в ГОСТ 5960–72 отсутствует такой важнейший класс материалов как «поливинилхлоридный пластикат пониженной пожарной опасности», выделенный отдельно в ГОСТ 31996–2012.

Поскольку время превратило ГОСТ 5960–72 в стандарт-призрак, не стоит ставить вопрос о том, нужен ли нашей кабельной отрасли новый ГОСТ на ПВХ-пластикат, а также ГОСТ на безгалогенные композиции, а заняться обсуждением вопроса о содержании будущих новых стандартов.

Думается, что, принимая во внимание указанную выше необходимость определенного соответствия стандартов на кабели и на кабельные полимерные композиции, а также тот факт, что ныне действующие кабельные стандарты разработаны на основе стандартов МЭК, в качестве основного пути совершенствования системы стандартизации следует выбрать принятие основных подходов европейского стандарта EN 50363, адаптировав их к особенностям российской кабельной отрасли.

Что же из себя представляет европейский стандарт EN 50363? Он содержит характеристики изоляционных и оболочечных полимерных композиций для низковольтных кабелей. Сюда относятся следующие разновидности композиций: сшитые эластомерные изоляция и оболочка, изоляция и оболочка ПВХ, сшитая изоляция и оболочка безгалогенная, сшитая оболочка и изоляция ПВХ, термопластичный полиуретан.

Стандарт разбит на независимые части, в каждой из которых рассматривается отдельный вид полимерных композиций, причем для одного и того же вида полимеров есть часть, описывающая изоляционные материалы и часть, описывающая оболочечные, например, часть 3 – изоляционные ПВХ-композиции, часть 4 – оболочки ПВХ и т.д.

Общим принципом для всех частей, входящих в стандарт, является их типовая структура. В качестве примера дадим таблицу свойств из части 7 стандарта на изоляционные безгалогенные композиции (табл. 1). Полный список типов композиций, входящих в стандарт, дан в табл. 2. Классификация по типам из стандарта EN 50363 входит не только в общие стандарты, подобные IEC 60502, но и в стандарты на кабели специального применения, например, в стандарте CEI 20-26 на лифтовые кабели указывается, что должны быть применены в качестве изоляции материалы типа EI4, в качестве оболочки материал типа EM2.

Благодаря тому, что стандарт объединяет полимерные композиции, существенно различающиеся по составу и техническим характеристикам, появляется возможность

выявить общие принципы формирования структуры стандарта и той цели, для достижения которой он предназначен.

Цель оказывается достаточно простой: дать минимальную по объему совокупность характеристик, которая гарантирует возможность произвести кабельное изделие, которое при эксплуатации будет достаточно долго находиться в рабочем состоянии при заданной рабочей температуре.

Анализ содержания всех независимых частей стандарта позволяет выделить параметры, общие для любого вида рассматриваемых в его рамках полимерных композиций. Эти параметры следующие: механические свойства в исходном состоянии (прочность при растяжении и относительное удлинение при разрыве), стойкость к тепловому старению, то есть максимально возможное ухудшение свойств за фиксированный период испытаний при фиксированной температуре, стойкость к продавливанию и низкотемпературные свойства. С точки зрения понимания концепции стандарта 50363 существенным является отсутствие в числе подлежащих определению показателей таких важнейших свойств, как кислородный индекс, удельное объемное электрическое сопротивление.

Значит ли это, что составители стандарта пренебрегли этими параметрами? Отнюдь нет. Это лишь еще одно подтверждение того, что существует некое распределение компетенций в рамках единого корпуса стандартов между стандартами на материалы и стандартами на кабель. Упомянутые выше показатели KI и ρ_v появляются в паспортах производителей того или иного вида материалов, а характеристики, относящиеся к поведению материалов при горении и к электроизоляционным свойствам существует в стандарте на кабель.

В качестве примеров можно привести паспорта фирм-производителей на безгалогенные композиции и ПВХ-пластикаты (табл. 3, 4).

Можно видеть, что в паспортах производителей появляются такие показатели, как плотность, твердость, кислородный индекс, индекс расплава, то есть показатели, необходимые производителю кабеля для контроля качества потребляемого продукта и предварительной оценки его поведения в кабельном изделии.

Добавим, что в паспортах фирм-производителей дается ссылка на то, какому типу стандарта на композиции соответствует данный продукт.

Итак, имея в распоряжении европейские нормы, подобные стандарту EN 50363, мы имеем принципиальную и достаточно рациональную схему для создания новых российских стандартов на полимерные кабельные композиции различной природы.

Для того, чтобы не перегружать статью излишней детализацией мы не стали подробно рассматривать американские стандарты [6, 7]. Отметим лишь, что общие принципы построения типовой структуры и соотношение объема информации в общем стандарте и паспортах производителей аналогично.

Безусловно, ни в коем случае нельзя механически, вплоть до деталей, переносить европейские или американские подходы к стандартизации кабельных пластмасс на российскую почву. Прежде всего, следует иметь в виду, что в Европе существует сквозная система стандартов для кабелей и кабельных пластмасс, чего нет в России. В существующий стандарт на кабельный ПВХ-пластикат не входят труднгорючие пластикаты и пластикаты пониженной пожарной опасности.

Кроме того, оставляет желать много лучшего правоприменение в области сертификации, как это убедительно показано в [8]. Обращаем внимание на этот момент в связи с тем, что на очень многих кабельных заводах возможности входного контроля материалов не позволяют проверять в полном объеме

Требования к изоляционным термопластичным безгалогенным композициям

№	Вид испытания	Методы исп. по EN 60811		Типы композиций	
		часть	раздел	T16	T17
1	Механические свойства				
1.1	Свойства до теплового старения	1-1	9.1		
1.1.1	Величины, которые должны быть получены для прочности при растяжении – минимальное медианное значение, N/mm ²			7,5	10,0
1.1.2	Величины, которые должны быть получены для удлинения при разрыве – минимальное медианное значение, %			150	125
1.2	Свойства после старения в воздушной печи	1-2	8.1		
1.2.1	Условия старения: – температура, °C; – продолжительность старения, часы			80±2 7 · 24	80±2 7 · 24
1.2.2	Величины, которые должны быть получены для прочности при растяжении: – медиальное значение, мин, N/mm ² ; – максимальное изменение, %			±20	10,0 ±20
1.2.3	Величины для удлинения при разрыве: – медиальное значение, мин; – максимальное изменение, %			±20	125 ±20
2	Тест на усадку	1-3	10		
2.1	Условия испытаний – длина образца, мм – продолжительность пребывания под нагрузкой, часы – температура, °C			200 1 100±2	
2.2	Результат, который должен быть получен – усадка максимальная, %			4	
3	Тест на продавливание при высокой температуре	3-1	8.1		
3.1	Условия испытаний: – усилие, приложенное к лезвию, N; – продолжительность пребывания под нагрузкой, часы; – температура, °C	3-1	8.1.4 8.1.5	80±2	80±2
3.2	Результат, который должен быть получен – медиальное значение % глубины проникновения индентора максимальное			50	50
4	Бендинг тест при низкой температуре	1-4	8.1		
4.1	Условия испытаний: – температура, °C; – время нахождения при низкой температуре, часы	1-4	8.1.4	-15±2	-15±2
4.2	Результат, который д.б. получен				
5	Удлинение при низкой температуре	1-4	8.3		
5.1	Условия испытаний: – температура, °C; – время выдержки при низкой температуре, часы	1-4	8.3.4	-15±2	-15±2
5.2	Результат, который должны быть получены, удлинение при разрыве, %			30	30
6	Тест на стойкость к озону				
6.1	Метод А: – температура испытаний; – длительность испытаний; – концентрация озона (по объёму)	2-1	8	25±2 24 (250-300) · 10 ⁻⁴	
6.2	Метод В: – температура испытаний; – длительность испытаний; – концентрация озона (по объёму)	EN 50396	8.1.3	40±2 72 (250±50) · 10 ⁻⁶	
7	Присутствие галогена				
7.1	pH, min	EN 50267-2-2		4,3	4,3
7.2	Проводимость водного раствора, макс., μS/mm	EN 50267-2-2		10	10
7.3	Концентрация галогеновых кислот: – HCl и HBr max; – HF max	EN 50267-2-1 EN 60684-2		0,5 0,1	0,5 0,1

ряд существенных показателей, относящихся к негорючести, дымовыделению, тепловому старению, низкотемпературным свойствам, имеющихся в паспортах производителей композиций, что вынуждает производителей кабельно-проводниковой продукции чрезмерно полагаться на заключения сертификационных центров, что, согласно [8], в сегодняшней российской ситуации далеко не всегда оправдано.

Поэтому, приступая к созданию современного российского стандарта на кабельные пластмассы, прежде всего

нужно решить вопрос о перечне показателей, вводимых в стандарт, методиках их определения. По нашему мнению, с особой тщательностью нужно рассмотреть три группы показателей: классификацию по рабочей температуре, определению низкотемпературных свойств, комплекс показателей, влияющих на пожарную безопасность. Причём вполне возможно учитывать последние тенденции в европейской стандартизации, в том числе и основанные на достижениях в области измерительной техники, как это показано в [9].

Таблица 2

Перечень типов кабельных полимерных композиций, внесенных в стандарт EN 50363

1	Изоляция ПВХ	EM5
2	Оболочка ПВХ	T11, T12, T13, T14, T15, TM1, TM2, TM3, TM4, TM5
3	ПВХ шланг	TM6
4	Сшитая ПВХ изоляция	XI1
5	Сшитая ПВХ оболочка	XM1
6	HF Термопластичная изоляция	T16, T17
7	HF Термопластичная оболочка	TM7
8	HF Сшитая изоляция	EI5, EI8
9	HF Сшитая оболочка	EM8, EM10
10	Сшитая эластомерная изоляция	EI9, EI3, EI4, EI 6, EI7
11	Сшитая эластомерная оболочка	EM2, EM3, EM4, EM6
12	Сшитый шланг	EM7, EM9
13	Термопластичный ПУ	TMPU

Таблица 3

Паспортные данные пластикутов фирмы Fainplast

	Характеристики	Марка пластикута			Методы испытаний
		FKA0753	FKA 86/1	KL 0209	
1	Тип по EN 50363	T11	T11	T12 для рабочей температуры 105 °C	
2	Плотность, г/см ³	1,51	1,51	1,39	ISO 1183
3	Твердость по Шору, А	96	86	94	ISO 868
4	Прочность при растяжении, н/мм ²	>19	>15	>18	ISO 527
5	Относительное удлинение при разрыве, %	>230	>260	>270	ISO 527
6	Кислородный индекс, ед. КИ	30	28	27	ISO 4589
7	Удельное объемное электрическое сопротивление, ом · см	1 · 10 ¹⁵	1 · 10 ¹⁴	—	ASTM D 257
8	Термостабильность при 200 °C, мин	90	50	280	ISO 384

Таблица 4

Термопластичная безгалогенная композиция AFR 930

Характеристики	Метод определения по стандарту	AFR/930
Плотность при 23 °C	ASTM D 792	1,50
Твердость по Шору, D	ISO R 868	42
ПТР, 150 °C/21,6 кг	Padanaplast	14
Механические свойства до старения: Прочность на разрыв Удлинение при разрыве	МЭК 60811	11,1 160
Механические свойства после старения в муфеле, 168 ч Изменение прочности на разрыв Изменение удлинения при разрыве	МЭК 60811	–4 –10
Горячее продавливание, макс. проникновение		При 80 °C
Испытание тепловым шоком 150 °C	МЭК 60811	Уд.
Изгиб на морозе	МЭК 60811	Уд.
Водопоглощение 24 часа/ 100 °C		1,0
Удельное объемное электрическое сопротивление при 20 °C	МЭК 60502	5,4 · 10 ¹⁴
Удельное объемное электрическое сопротивление при 20 °C	МЭК 60502	При 70 °C 2,7 · 10 ¹³
Кислородный индекс	ASTM D-2863	40
Температурный индекс	NES 715	300
Выделение HCl	МЭК 60754-1	<1
Коррозионная активность газов (рН)	МЭК 60754-2	>4,3
Коррозионная активность газов (проводимость)	МЭК 60754-2	<10

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 5960–72. Пластикат поливинилхлоридный для изоляции и защитных оболочек проводов и кабелей. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004.
- ГОСТ 31996–2012. Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение 0,66; 1 и 3 кВ. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2013.
- Insulating and sheathing materials of electric and optical cables. Common test methods. EN 60811.
- ГОСТ 11262–80. Пластмассы. Метод испытания на растяжении. – М.: Издательство стандартов, 1986.
- Insulating, sheathing and covering materials for low voltage energy cables. EN 50363
- Стандарт США 42–44
- Стандарт США 42–83
- Мартыненко Т.С., Слизов А.А. ВНИИКП: стандартизация и испытания // Кабели и провода. – 2017. – № 3 (365) спецвыпуск. – С. 17–22.
- Каменский М.К., Мещанов Г.И., Фрик А.А. Кабели и провода пожаробезопасного исполнения. Современное состояние и тенденции развития // Кабели и провода. – 2017. – № 3 (365) спецвыпуск. – С. 30–35.