

ОГНЕСТОЙКИЕ СИСТЕМЫ

Во многих областях, в которых задействованы композитные материалы, сопротивление пламени является важным критерием. Строительная индустрия и проектирование, отрасли аэрокосмического и наземного транспорта в целом запрашивают высокий уровень пожарной безопасности от большей части материалов, используемых как в композиционных, так и в не композиционных элементах.

Ненасыщенные полиэфирные смолы — органические и, как все органические смеси — горят. Однако, изменяя их состав или используя добавки и наполнители, стало возможным изменить их реакцию в ходе горения. Это позволяет производить композитные структуры, которые в условиях пожара обладают сниженным фактором опасности.

Поведение композиционных материалов на основе армированных стекловолокном пластиков в условиях возникновения пожара зависит от целого ряда факторов, таких как:

- Легкость воспламенения
- Поверхностное распространение пламени
- Влияние горючего материала
- Проникающая способность пламени
- Матирование дымом
- Эмиссия токсичных газов

Когда смолы с низким уровнем пожароопасности были впервые использованы в производстве композитов, основное внимание уделялось факторам поверхностного распространения пламени и быстроты воспламенения. В настоящее время осознается также опасность возникновения дыма и эмиссии токсичных газов при горении, поэтому теперь выпускаются смолы, позволяющие минимизировать действие вышеуказанных вредных факторов

Испытание на огнестойкость

Существует целый ряд тестов для определения поведения материалов в условиях возникновения пожара, а большинство стран все еще имеет свои собственные стандарты (определения огнестойкости). В рамках отраслей промышленности, таких как аэрокосмический и железнодорожный транспорт, также были разработаны, удовлетворяющие специальным требованиям данных отраслей, тесты на испытание огнестойкости и нормативы, часть из которых вошла в систему Национальных стандартов.

В настоящее время происходит постепенное внедрение единых европейских и международных стандартов огнестойкости. Одним из таких стандартов является европейская классификация огнестойкости конструкционных материалов и связанные с ней методы испытания, являющаяся частью Директивы Европейского Союза «О строительной промышленности». Данный стандарт, который предполагается окончательно оформить и внедрить как Британский стандарт BS EN 13501-1, должен вступить в действие в ближайшее время и в качестве стандарта огнестойкости для строительной промышленности Великобритании со временем заменит Британский стандарт 476.

В данном разделе описаны общепринятые методы, используемые для определения огнестойкости композиционных материалов. Большинство описываемых здесь испытаний требует наличия специализированного оборудования и должно производиться независимыми испытательными центрами, хотя существуют и простые лабораторные испытания, позволяющие определить вероятное поведение материалов в условиях возникновения пожара.

Испытание на простое горизонтальное горение

Существует несколько лабораторных испытаний этого типа, включая описанные в британских стандартах BS 2782 и 3532. Обычно полоска материала (150 мм x 12,5 мм) закрепляется в горизонтальном положении и поджигается (с помощью горючего вещества) с одной стороны. В качестве испытываемого материала может выступать образец ненасыщенной полиэфирной смолы или ламината, в качестве горючего вещества — газ или спирт. Результаты теста могут выражаться показателем продолжительности и скорости горения, или же показателем дистанционного сгорания.

Определение предельного кислородного индекса

С помощью этого лабораторного теста определяется уровень кислорода, необходимый для поддержания горения. Образцы материала подвергаются воздействию небольшого пламени в кислородно-азотной среде. Уровень содержания кислорода уменьшается до тех пор, пока образец продолжает гореть в течение установленного периода. Полученный в результате испытания уровень содержания кислорода представляет собой кислородный индекс. Чем выше предельный кислородный индекс, тем ниже поверхностное распространение пламени.

Британский стандарт 476 «Испытания огнестойкости строительных материалов и конструкций»

Британский стандарт 476 в течение многих лет являлся основным стандартом Великобритании, используемым для испытания огнестойкости материалов. Он состоит из нескольких частей, не все из которых имеют отношение к армированным волокном композитам. Ниже описываются некоторые части данного стандарта, используемые для определения поведения композиционных материалов в условиях возникновения пожара.

Часть 3:1958 — Испытание на наружное возгорание кровельных материалов

В 1975 году данное испытание было дополнено, однако версия 1958 года все еще широко используется, что следует из имеющихся во многих законодательных документах по строительству ссылок на нее. Испытание состоит из трех частей: предварительный тест на воспламеняемость, определение проникающей способности и поверхностного распространения пламени. Образец материала подвергается воздействию источника тепла. Для воссоздания условий эксплуатации на одной из сторон образца создается безвоздушное пространство (вакуум). Испытываемый образец подвергается воздействию пламени в течение различных промежутков времени, а данные о времени проникновения и максимальной дальности распространения пламени записываются. Накаливание, воспламенение обратной стороны образца или образование на ней подтеков также принимаются во внимание. Полученные результаты классифицируются, как показано (на основании данных) в таблице 1. При классификации указывается префикс Ext. F или Ext. S* в зависимости от того, на какой плоскости, ровной или наклонной, проводились испытания образца. За префиксом следуют две буквы, первая указывает на время проникновения, а вторая на поверхностное распространение пламени.

Если при проведении испытания с обратной стороны образца образуются подтеки, то к двухбуквенному коду добавляется буква «X». Таким образом, наилучшей классификацией для кровельного листового материала на основе стеклопластика будет Ext. SAA (См таблицу 1).

Время проникновения пламени	Распространение пламени
A – более 1 часа	A – нет
B – более ½ часа	B – менее 534 мм
C – менее ½ часа	C – более 534 мм
D – не прошел предварительный тест	D – при предварительном тестировании более 381 мм

Часть 3:1975 — Испытание на наружное возгорание кровельных материалов

Этот вариант стандарта имеет следующие различия по сравнению с версией 1958 г.:

1. Отсутствует отдельный тест на поверхностное распространение пламени. Уровень поверхностного возгорания определяется во время проведения испытания на проникновение пламени.
2. При необходимости продолжительность испытания может быть увеличена.
3. Число испытываемых образцов сокращено, однако размеры их увеличены.
4. При проведении теста испытываемый образец подвергается воздействию пламени не один, а несколько раз.
5. Эксплуатационные характеристики материалов выражаются не посредством установленных обозначений, а с помощью фактических технических показателей.

Взаимосвязь между результатами, полученными при проведении двух вышеперечисленных испытаний следующая:

Часть 3:1958	Часть 3:1975
AA, AB, AC	P 60
BA, BB, BC	P 30
AD, BD, CA	P 15
CB, CC, CD	P 15
Не классифицирован	P 5

Часть 6:1989 — Испытание на скорость распространения пламени

С помощью данного теста определяют быстроту возгорания и скорость выделения тепла при сгорании. Образцы подвергаются воздействию открытого источника пламени и источника тепла, измеряется температура выделяемых горячих газов и сравнивается с аналогичным показателем, характерным для стандартных негорючих материалов (асбест). Показатели разности температур в установленных временных интервалах преобразовываются в скорость повышения температуры и объединяются для получения индекса эксплуатационного качества I. Конкретные значения индекса I и субиндекса i указываются в «Строительных нормах и правилах» Великобритании и используются для классификации материалов, пригодных для использования при строительстве «несгораемых невоспламеняемых» зданий (класс 0).



Часть 7:1997 — Метод классификации материалов по уровню поверхностного распространения пламени

При проведении данного испытания образец под прямым углом крепится к излучающей тепло панели и нагревается до заданного градиента температуры. Край образца материала, находящийся в непосредственной близости к панели, подвергается воздействию пламени в течение одной минуты с момента начала теста, после чего воздействие прекращается. В ходе теста, продолжительностью 10 минут, фиксируется уровень поверхностного распространения пламени вдоль установленных отрезков образца. Материалы классифицируют на основании данных об уровне распространения пламени в течение 1,5 и 10 минут, как показано в таблице 2.

Классификация	Распространение пламени в течение 1,5 минут	Конечный уровень распространения пламени
Класс 1	≤165 мм	≤ 165 мм
Класс 2	≤215 мм	≤ 455 мм
Класс 3	≤265 мм	≤ 710 мм
Класс 4	превышает пределы, установленные для класса 3	превышает пределы, установленные для класса 3

Другие разделы британского стандарта BS 476, применимые к композитам на основе армированных волокном пластиков, однако не получившие широкого распространения, представлены ниже:

Часть 12:1991 — Испытание степени возгораемости материалов при воздействии открытого пламени

Часть 13:1987 — Метод определения возгораемости материалов, подвергнувшихся термическому воздействию

Британский стандарт 6853 — Правила и нормы противопожарной защиты при проектировании и строительстве пассажирских поездов

Данный стандарт основан на передовых принципах проектирования, методах тестирования и технических нормах и предполагает проведение широкомасштабных испытаний, таких как например дымовой тест (испытание на задымление) 3м³.

Глобальный характер сегодняшнего рынка делает необходимым производство композитных материалов, отвечающих стандартам пожаробезопасности существующим более чем в одной стране. Некоторые из таких стандартов описываются ниже.

Французские стандарты

NF P — 92501 — French Epiradiateur Test

Данный тест производится в закрытой камере с вытяжной трубой сверху. Внутри камеры помещается металлическая рама, удерживающая испытываемый образец под углом 45°. Образец нагревается с помощью находящегося под ним керамического электронагревательного элемента. Вокруг нагревательного элемента помещается съемная металлическая чаша которая аккумулирует испарения и пары и направляет их вверх в сторону верхнего края контрольного пламени. При воспламенении паров чаша вынимается и возвращается на прежнее место при затухании пламени. Высота пламени измеряется через каждые 30 секунд на протяжении всего теста общая продолжительность которого 20 минут. В ходе теста с помощью комплекта термоэлементов расположенных у основания и в вытяжной трубе камеры, измеряется температура поступающего и выходящего воздуха и горючих веществ, а полученные данные регистрируются. Материалы классифицируют на основании четырех показателей, полученных в результате теста:

- Индекс воспламеняемости: i
- Индекс распространения пламени: s
- Индекс максимальной высоты пламени: h
- Индекс горючести: c

Классификация приведена в таблице 3.

		i	h	s	c
M 0	Не горючий				
M 1	Не воспламеняемый	0	0	0	<1
M 2	С низкой воспламеняемостью	любой показатель <1	<1 <1	<1 <0,2	<1 <1
M 3	Умеренно воспламеняемый	любой показатель <2	<1,5 <2.5	<1 <5	<1 <2,5
M 4	Высоко воспламеняемый				
M 5	Чрезвычайно воспламеняемый				

Данный тест состоит из двух частей. С помощью данных Национального бюро стандартов определяется плотность дыма (Dm) и матирование дымом (VOF4), а в результате анализа выделяемых при горении газов (CO, CO₂, HCN, HCL, HBr, HF, SO₂) вычисляется условный уровень токсичности (CTI). После чего на основании полученных в ходе теста данных исчисляется индекс задымления (IF):

$$IF = Dm/100 + VOF4/30 + CTI/2$$

Классификация материалов производится следующим образом:

F0 — IF ≥ 5

F1 — IF ≥ 20

F2 — IF ≥ 40

F3 — IF ≥ 80

F4 — IF ≥ 120

F5 — IF ≥ 120



Компания **Scott Bader** представляет расширенную линейку продуктов и систем, которые отвечают самым строгим запросам и могут помочь Вам соответствовать необходимым спецификациям на рынке, особенно в секторах наземного транспорта и строительстве. Огнестойкие смолы из нашего ассортимента прошли сертификацию BS IMO, и соответствуют классам M и F.

Смолы Crystic с низкой степенью пожароопасности (огнестойкие)

	306	323 PA	328 PALV	343 A	356 PA	360 PA	385 PA	388	1355 PA
Свойства (характеристики)									
Светостойкость	●	—	—	—	—	—	●	●	—
Светопрозрачность	●	—	—	—	—	—	●	●	—

Высокая прозрачность	●	—	—	—	—	●	—	●	—
Наполненность	—	●	●	●	●	—	—	—	●
Низкий уровень выделения дыма	—	—	—	●	—	—	—	—	—
Низкая токсичность	—	—	—	●	—	—	—	—	—
Относительная стоимость	средн.	низк.	низк.	высок.	средн.	высок.	средн.	высок.	низк.
Технологии									
Контактное формование	—	●	●	●	●	●	●	●	●
Литье в закрытые формы	—	—	—	—	—	—	●	●	●
Непрерывное формование	●	—	—	—	—	—	—	●	—
Области применения									
Листовая обшивка	●	—	—	—	—	—	—	●	—
Своды крыш (настил крыши)	●	—	—	—	—	—	●	●	—
Светопрозрачные ламинаты	●	—	—	—	—	●	●	●	—
Строительные панели	—	—	●	—	●	—	—	—	●
Транспорт	—	●	—	●	●	—	—	—	●
Сертификаты									
BS 476: часть3: 1958	AA	—	—	—	—	—	AA	AA	—
BS 476: часть6: 1989 (достижимый класс)	—	—	—	0	0	0	—	0	0
BS 476: часть7: 1997 (достижимый класс)	—	2	2	1	1	1	2	1	1
NFP – 92501	—	—	—	M1	—	—	—	—	—
NFF – 16101	—	—	—	F0	—	—	—	—	—
UL 94	—	—	—	—	—	—	—	V-0	—
ASTM E-84	—	—	—	—	35*	—	25*	25*	—

* по содержанию стекла

Огнестойкие системы смол и гелькоутов

Система	B.S. 476			Epiradiateur		UL 94
	Часть 3:1958	Часть 6:1989	Часть 7:1997	NFP 92501	NFF 16101	
GC 39PA						
+ Crystic 323PA	----	----	Класс 2	----	----	----
+ Crystic 356PA	----	----	Класс 1	----	----	----
+ Crystic 385PA	FAA	----	----	----	----	----
+Crystic 1355PA	----	----	Класс 2	----	----	----
GC 48PA						
+ Crystic 323PA	----	----	Класс 2	----	----	----
+ Crystic 328PA	----	----	Класс 2	----	----	----
+ Crystic 356PA	----	Класс 0	Класс 1	----	----	HB
+ Crystic 385PA	----	----	----	----	----	----
+Crystic 1355PA	----	----	Класс 2	M 2	F 3	V - 0
GC 65PA						
+ Crystic 356PA	----	Класс 0	Класс 1	M 1	F 3	----
+ Crystic 360PA	----	----	Класс 2	----	----	----
+Crystic 1355PA	FAA	----	Класс 2	M 2	----	V - 0
Firequard 75PA*						
+ Crystic 405PA	----	Класс 01	Класс 1	----	----	----
+Crystic 1355PA	----	----	Класс 1	----	----	----
GC 90PA						
+ Crystic 356PA	----	Класс 0	Класс 1	----	----	----
+ Crystic 360PA	----	----	Класс 2	----	----	----
+Crystic 1355PA	----	----	Класс 2	----	----	----
GC 93PA						
+ Crystic 356PA	----	Класс 0	Класс 1	----	----	----
+Crystic 1355PA	----	----	----	----	----	----

*intumescent flowcoat (наносимое струйным обливом вспучивающееся, вспенивающееся покрытие)

Помимо полиэфирных смол с высоким уровнем пожаростойкости компания Scott Bader выпускает линейку высокопрофильных смол Crestapol на основе уретан метакрилата (УМА). В основе разработок этой линейки лежит 25-летний опыт развития УМА-смолы, наработанный в использовании структурных адгезивов линии Crestomer.

Новая Ультра Высокопрофильная Смола Термопласт Crestapol с температурой термической деформации свыше 300°C

Компания Scott Bader первоначально обратилась в несколько независимых лабораторий, которые оказались не способны точно вымерить температуру термической деформации (HDT) и температуру термической деконструкции смолы Crestapol 1234; стандартное тестовое оборудование для композитных смол не могло измерить значение выше 300°C и результат, который показала смола Crestapol 1234 был признан выходящим за рамки максимального.

Наконец, испытания провели две различные аккредитованные лаборатории. Тест на HDT проводила Лаборатория Интертек Пластикс Текнолоджи, в США, в Массачусетсе, который зафиксировал, что температура термической деформации смолы Crestapol 1234 выше 300°C. Температуру термической декомпозиции измеряла Гииринг Сайентифик, из Кэмбриджа, Соединенного Королевства, которая записала температуру термической декомпозиции Crestapol 1234 как 330°C на воздух и 340°C в инертном газе. Постотверждение, проведенное по стандарту для смол при 200°C, не оказало влияния на температуру декомпозиции.

Смола Crestapol 1234 поставляется с линейкой смол по качеству вязкости подходящих для производства композитных деталей методом ручного формования или в закрытых матрицах, с временем гелеобразования 16 — 17 минут (2G:2LPT при 25°C). Потенциально новое промышленное применение для ультра температуростойкой смолы ожидается в таких отраслях как: аэрокосмическая, автомобильная, электрическая и электронная, нефтяная и газовая.

По материалам журнала "Композитный мир" 04 2012 (43)