

К ВОПРОСУ О ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ АЛЮМИНИЕВЫХ КОМПОЗИТНЫХ ПАНЕЛЕЙ

В статье рассмотрен вопрос влияния материала наполнителя алюминиевых композитных панелей (АПК), различного по уровню пожароопасности, на пожарную опасность панели и конструкции в целом. Представлены результаты исследований пожарной опасности АПК.

В последнее время все более широкое применение в современном строительстве для облицовки фасадов и внутренних интерьеров находят алюминиевые композитные панели. Благодаря высокой пластичности они легко поддаются трансформации в любую форму и в то же время жесткость алюминиевого сплава в сочетании с композитным материалом наполнителя обеспечивает устойчивость динамического воздействия. Высокое качество поверхности, широкая цветовая гамма ее покрытия расширяют возможности архитектурных решений, в частности «вентилируемых» фасадов зданий.

Выводы об уровне пожарной опасности делаются на основании проверки конкретных конструкций вентиляруемых фасадов по их пожарной опасности согласно существующим нормативным требованиям [1] или по результатам натурных экспериментов на фрагментах зданий в соответствии с п. 5.20 [2].

При одинаковом конструктивном решении и использовании в составе конструкции фасада негорючей теплоизоляции результаты таких испытаний во многом зависят от типа наружного материала фасада.

Как правило, АПК – многослойный материал, состоящий из двух слоев алюминиевого сплава и внутреннего полимерного слоя. Наружный алюминиевый слой защищает многослойное

покрытие (в частности, во многих случаях на основе ПВХДФ), обеспечивающее стойкость материала к атмосферным осадкам и ультрафиолетовому излучению на протяжении ряда лет. Внутренний полимерный слой панелей представляет собой композиционный полимерный материал, различающийся по своему составу и свойствам.

Использование различного по уровню пожароопасности композиционного материала влияет на пожарную опасность панели в целом, а сами алюминиевые листы с нанесенным тонкослойным покрытием имеют наименее опасные параметры пожарной опасности по группе горючести, воспламеняемости, дымообразующей способности и токсичности продуктов горения (соответственно, Г1, В1, Д1, Т1). Однако следует учитывать, что алюминиевое покрытие при пожаре может плавиться, а «плав» загорается с образованием горящих капель.

В табл. 1 представлены результаты экспериментальных исследований параметров пожарной опасности, полученных в ВНИИПО, некоторых АПК отечественных и зарубежных производителей с различными по составу наполнителями, находящимися в настоящее время широкое применение для фасадов и внутренней отделки зданий. Следует отметить, что наиболее опасными являются композитные материалы, содержащие в составе наполнителя полиэтиленовую основу.

Рассмотрим поведение АПК материала, имеющего во внутреннем слое полиэтилен, при воздействии пламени на его поверхность в условиях испытаний по методу [3].

Согласно методике испытаний источник зажигания воздействует на алюминиевое покрытие образца панели и не имеет прямого контакта с внутренним слоем. Время воздействия источника зажигания составляет 10 минут. Как правило, на первых минутах происходит разогрев алюминиевого покрытия образца панели и увеличение количества его внутреннего слоя. На 6–8 минуте наблюдается весьма интенсивное выделение газообразных продуктов горения с последующим их воспламенением и загоранием внутреннего слоя. Материал горит с дальнейшим обильным появлением горящих падающих капель расплава. Температура газообразных продуктов горения достигает 700–800°C, наблюдается 100-процентное повреждение по длине образца и более чем 50-процентное повреждение по массе, продолжительность самостоятельного горения составляет более 300 сек. Следует отметить, что подобные испытания зачастую приводят к выходу из строя основных узлов испытательного оборудования из-за интенсивного теплового воздействия на них горящего материала.

И только использование в качестве наполнителя в определенном соотношении материалов органической природы (например, минерального наполнителя на основе гидроксидов алюминия с полимерным связывающим средством и т. д.), антипиренов и полимеров составляющей позволяет получить композитную панель группы горючести Г1 или Г2 по методу [3]. При этом расплавления (с образованием горящих капель) и горения внутреннего слоя при проведении испытаний не наблюдается.

Сравнительные исследования одних из основных опасных факторов пожара – дымообразующей способности и токсичности продуктов горения согласно методикам ГОСТ 12.1.044-89 материалов наполнителей различных по группе горючести АПК показали существенные различия. Как следует из табл. 1, коэффициент дымообразования (Дср) образца материала наполнителя АПК на основе полистилена составляет более 1300 м²/кг, в то время как для материала наполнителя слабогорючего АПК (Дср) не превышает 60 м²/кг. Это обстоятельство свидетельствует о том, что материалы наполнителей сравнимых АПК имеют различные классы опасности по дымообразующей способности, соответственно Д2 (умеренноопасный) и Д3 (высокоопасный),

Таблица 1. Основные характеристики АПК

№ п/п	Наименование панели	Характеристика материала наполнителя	Показатели пожарной опасности
1	ALUCOBOND A2, (вес 1 м ² при толщине 4,0 мм – 7,2 кг)	Цвет – серый с белыми вкраплениями Состав: минеральный наполнитель на основе гидроксидов алюминия с полимерным связующим	Г1*, В1*, Т1** (HCL ₀ ≥ 120 г/м ²) Д1* (Дср = 37 м ² /кг) Д2** (Дср = 60 м ² /кг)
	ALUCOBOND PLUS, (вес 1 м ² при толщине 4,0 мм – 7,6 кг)	Цвет – белый Состав – минеральный наполнитель на основе гидроксидов алюминия с полимерным связующим	Г1*, В1*, Т1** (HCL ₀ ≥ 120 г/м ²) Д2* (Дср = 250 м ² /кг) Д2** (Дср = 210 м ² /кг)
	ALUCOBOND B2 (вес 1 м ² при толщине 4,0 мм – 5,5 кг)	Цвет – черный Состав – полиэтилен LDPE	Г4*, В1*, Т2** (HCL ₀ = 44 г/м ²) Д2* (Дср = 412 м ² /кг) Д3** (Дср = 1365 м ² /кг)
2	DIBOND (вес 1 м ² при толщине 4,0 мм – 4,75 кг)	Цвет – черный Состав – полиэтилен LDPE	Г4*, В1*, Т2** (HCL ₀ = 44 г/м ²) Д2* (Дср = 443 м ² /кг) Д3** (Дср = 1405 м ² /кг)
	ALCOMEX (вес 1 м ² при толщине 4,0 мм – 5,2 кг)	Цвет – черный Состав – модифицированный полиэтилен	Г4*
	ALCOTEK (вес 1 м ² при толщине 4,0 мм – 5,5 кг)	Цвет – темно-серый Состав – модифицированный полиэтилен	Г4*

* – показатели пожарной опасности для АПК

** – показатели пожарной опасности для материала наполнителя АПК

Таблица 2. Экспериментальные данные по оценке значений высшей теплоты сгорания материала наполнителя композитных панелей

Наименование АКП	Цвет материала наполнителя АКП	Высшая теплота сгорания, МДж/кг
ALUCOBOND A2	серый	2,93
ALUCOBOND PLUS	белый	10,74
A-BOND FP	белый	12,4
REYNOBOND FR	светло-серый	13,8
Alcopanel FR	белый	14,5
ALYBOND	светло-серый	20,70
HAIDA FP	светло-серый	23,1
ALUBANG	светло-серый	28,6
ALCOTEK	темно-серый	33,47
ALCOMEX	черный	40,7
Алюкотест	черный	44,0
ALUCOBOND B2	черный	44,50
DIBOND	черный	44,79

что в свою очередь влияет на их пожароопасность в целом. Такая же закономерность наблюдается и для показателя токсичности газообразных продуктов горения (HC_{lo}). Численное значение показателя токсичности продуктов горения образца материала наполнителя АКП на основе полиэтилена близко к предельному $HC_{lo} = 40\text{--}44\text{ г/м}^3$ – высокоопасному, в то время как материал наполнителя слабогорючий АКП имеет HC_{lo} более 120 г/м^3 и классифицируется как малоопасный.

С целью подтверждения различий пожароопасных свойств АКП были проведены исследования по определению теплоты сгорания материалов наполнителей методом аналогичным [4]. Для этого использовалось калориметрическое оборудование фирмы Parr Instruments 1356.

Полученные экспериментальные данные позволили проследить существенные различия в численных значениях теплоты сгорания материалов наполнителей (табл. 2). В таблице приведены наименования АКП согласно сопроводительной документации.

Как видно из данных табл. 1 и 2, материал наполнителя, имеющий теплоту сгорания меньшую или равную 14 МДж/кг , относится к слабогорючим материалам (группа горючести Г1), а материал наполнителя, с теплотой сгорания большей 30 МДж/кг – к наиболее пожароопасным – сильногорючим материалам (группа горючести Г4).

С помощью оценки такой физической величины, как теплота сгорания, можно достаточно объективно и точно в данном случае оценить степень пожароопасности материала наполнителя и

дать прогноз поведения АКП в условиях испытаний по методу [1]. Кроме того, во многом исключается имеющаяся в ряде случаев субъективность оценки оператором, которую показал проведенный нами анализ экспериментальных данных отчетов об испытаниях некоторых лабораторий. В частности, иногда имеет место отступление от методологии испытаний стандарта, заключающееся в дополнительной защите негорючим материалом торцевой поверхности образца АКП или изменении его размера и конфигурации. Данный «прием» при подготовке к испытаниям образцов АКП исключает возможность непосредственного контакта пламени с горящими газами, выделяющимися при горении внутреннего слоя, что приводит к искажению результатов испытаний.

Различия в составе и структуре внутреннего слоя композитного материала были выявлены и при исследовании процессов термодеструкции и термоокисления методами ТГА и ДТА [5], позволяющими получить информацию о диапазонах и скоростях разложения материала, о динамике тепловыделения или поглощения тепла (в процессах термоокисления, пиролиза, плавления и других), определить характерные температурные точки тепловых процессов.

В табл. 3 представлены основные термоаналитические характеристики образцов материалов наполнителей некоторых АКП.

Анализ характеристик термодеструкции, полученных по кривым термического анализа, позволяет утверждать, что слабогорючие материалы (группы горючести Г1) с малой теплотой сгорания имеют величины коксового остатка до 50% и невысокую скорость термозлаживания (до 15%/мин). Для материалов, относящихся к классу сильногорючих (группа горючести Г4), характерны высокие значения скорости термозлаживания (до 60%/мин), а также незначительное количество (несколько процентов) коксового остатка.

Такие характеристики, как интенсивность тепловыделения ($^{\circ}\text{C/мг}$) и величина суммарного тепловыделения ($^{\circ}\text{C мин/мг}$) наряду с другими значимыми характеристиками термоаналитических испытаний можно использовать при проведении сравнительной идентификации.

Следует отметить, что при проведении крупномасштабных испытаний конструкций наружных стен зданий с сильногорючими АКП, имитирующих тепловое воздействие на фасад здания факела пламени из окна помещения с очагом пожара и учитывающих возможное влияние конструкции стены или отделки, а также системы утепления на распространение опасных факторов пожара, наблюдались максимальные значения тепловых эффектов, распространения пламени, повреждения и разрушения поверхности. В большинстве случаев класс кон-

Таблица 3. Результаты термического анализа образцов материалов наполнителей АКП

Наименование материала	Скорость термозлаживания (А) при соответствующей температуре ($^{\circ}\text{C}$), %/мин	Интенсивность тепловыделения (J) при соответствующей температуре ($^{\circ}\text{C}$), $^{\circ}\text{C/мг}$	Относительное тепловыделение (ДН), $\text{OC}^{\circ}\text{мин/мг}$	Коксовый остаток, %
ALUCOBOND A2	3,0 (441)	0,25 (450)	0,89	68,5
ALUKOBOND B1	12,5 (467)	0,33 (491)	1,1	35,1
A-BOND FP	4,3 (498)	0,83 (545)	3,9	48,9
REYNOBOND FR	12,9 (471)	0,83 (482)	3,1	43,7
Alcopanel FR	48,6 (471)	0,48 (500)	1,3	47,1
ALYBOND	37,7 (486)	0,62 (518)	0,16	0,16
HAIDA FP	57,8 (481)	0,7 (506)	1,05	34,9
ALUBANG	29,9 (492)	0,43 (510)	1,3	22,7
ALCOTEK	34,1 (448)	1,3 (478)	3,1	19,1
ALCOMEX	54,9 (439)	0,58 (526)	0,92	1,1



структивной пожарной опасности здания с конструкциями из сильногорючих АКП не был ниже, чем КЗ, что ограничивает их применение.

Помимо экспериментальной оценки степени пожарной опасности материала не исключена предварительная оценка его свойств органолептическим методом, часто используемым при идентификации.

У АКП серийного производства на обратной поверхности панели имеется маркировка, как правило, включающая кроме производственных кодов с информацией о дате выпуска, номере партии и ее общем количестве данные

по композитному составу материала и типу панели. По этим данным можно сделать предварительный вывод о пожароопасности. Отсутствие маркировки или каких-либо информационных данных такой возможности не дает.

Как правило, если используется в качестве материала наполнителя АКП полиэтиленовая составляющая, она имеет черный или темно-серый цвет и представляет собой достаточно пластичный материал, а вес 1 м² АКП составляет не более 4,8–5,5 кг.

АКП группы горючести Г1 имеют разнообразные светлые цвета материала наполнителя, в составе которого присутствует достаточно большое количество неорганического наполнителя и вес АКП превышает 7,2–7,6 кг/м².

Также можно использовать ТА метод и осуществлять идентификацию АКП путем сравнения значимых термоаналитических характеристик идентификатора и исследуемого материала.

Следует заметить, что окончательное решение о возможности применения указанных материалов в конструктивных системах и областях их применения можно принять только после проведения испытаний по [1, 6], и если необходимо, то после проведения испытаний по методике [7].

Результаты представленных научных исследований могут быть интересны для практического использования при оценке уровня пожарной безо-

пасности объектов представителям органов надзора и контроля за пожарной опасностью зданий и сооружений различного назначения, а также проектировщикам и архитекторам.

О. И. Молчадский, к. т. н.;
Н. И. Константинова, д. т. н.;
А. С. Етумян
(ФГУ ВНИИПО МЧС России)

Список литературы:

1. ГОСТ 31251-2008 «Конструкции строительные. Методы определения пожарной опасности. Стены наружные с внешней стороны». - М., 2003.
2. СНиП 21-01-97*. Пожарная безопасность зданий и сооружений. - М., 1997.
3. ГОСТ 30244-94 «Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть». - М., 1996.
4. EN ISO 1716:2002 «Reaction to fire test for building products – Determination of the heat of combustion». - М., Brussels, 2002.
5. ГОСТ 53292-2009 «Пожарная опасность веществ и материалов. Материалы, вещества и средства огнезащиты. Идентификация методами термического анализа».
6. ГОСТ 30403-96 «Конструкции строительные. Метод определения пожарной опасности». - М., 1996.
7. Молчадский И.С. Пожар в помещении. - М., 2005.
8. ФЗ 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 11.07.2008 г.