

---

---

# БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

---

---

## ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЫМООБРАЗУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КОМБИНИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

**С.А. Бороздин,**

**Г.А. Гитцович,**

**Д.И. Павлов.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены проблемы определения дымообразующей способности сложных комбинированных изделий, представляющих собой совокупность различных материалов. Представлены результаты экспериментальных исследований, на основании которых разработаны предложения по дополнению метода экспериментального определения дымообразующей способности твердых веществ и материалов для изделий, представляющих собой совокупность различных материалов.

*Ключевые слова:* дымообразующая способность, комбинированные материалы, пожарная опасность, коэффициент дымообразования, методика расчета

Дымообразующая способность является одним из критериев, по которому определяют класс пожарной опасности строительных материалов во всем мире.

Дымообразующая способность – способность веществ и материалов выделять дым при горении или термическом разложении. От показателей дымообразующей способности зависит, к какому классу пожарной опасности будет отнесен материал в соответствии с требованиями «Технического регламента о требованиях пожарной безопасности» [1]. В соответствии с классом пожарной опасности материала определяется область применения материалов в строительстве.

В нашей стране метод экспериментального определения коэффициента дымообразования по ГОСТ 12.1.017.80 [2] был разработан и включен в единую систему оценки пожарной опасности веществ и материалов еще в начале 80-х гг. Данный метод позволял определять дымообразующую способность твердых блочных материалов и пленочных покрытий. В настоящее время дымообразующая способность веществ и материалов определяется по методу ГОСТ 12.1.044-89 (п. 4.18) [3]. В зарубежной практике дымообразующая способность определяется как дополнительный параметр в методе EN 13823:2010 [4] (для строительных материалов (СМ), исключая напольные) и в методе EN ISO 9239-1:2010 [5] (для напольных СМ).

Согласно ч. 9 ст. 13 [1] по дымообразующей способности горючие СМ в зависимости от значения коэффициента дымообразования подразделяются на следующие группы:

– с малой дымообразующей способностью (Д1), имеющие коэффициент дымообразования менее  $50 \text{ м}^2/\text{кг}$ .;

– с умеренной дымообразующей способностью (Д2), имеющие коэффициент дымообразования не менее 50, но не более  $500 \text{ м}^2/\text{кг}$ .;

– с высокой дымообразующей способностью (Д3), имеющие коэффициент дымообразования более  $500 \text{ м}^2/\text{кг}$ .

В соответствии с табл. 27 [1] ряд СМ в обязательном порядке должен проходить испытания с целью определения коэффициента дымообразования. К таким материалам относятся отделочные и облицовочные материалы для стен и потолков, в том числе покрытия из красок, эмалей, лаков, материалы для покрытия полов, ковровые покрытия полов и теплоизоляционные материалы.

Сущность метода основана на свойстве ослабления потока света (освещенности) при прохождении через слой дыма, образующегося в результате термического разложения или горения твердых материалов и веществ. Величина ослабления светового потока фиксируется с помощью фотометрической системы.

При проведении испытаний возникают трудности с определением дымообразующей способности комбинированных материалов в связи с ограниченностью технических возможностей испытательной установки. Лимитирующими факторами являются: толщина исследуемых изделий, невозможность получения образца для испытаний, характеризующего свойства комбинированного материала в целом, и т.п. Примерами таких материалов могут служить трехслойные панели типа «сэндвич», комплекты мягкой мебели, кабельные и прочие изделия. Необходимо отметить, что при испытаниях фрагментов таких изделий условия их горения и термоокислительного разложения могут значительно отличаться от условий, в которых происходят испытания отдельных материалов. В связи с этим возникает вопрос: в какой мере параметры дымообразования, установленные при испытаниях одиночных материалов, будут близки аналогичным параметрам тех же материалов, но находящихся в составе изделий.

Недостатки существующего метода определения дымообразующей способности материалов также были отмечены в исследованиях [6, 7].

В настоящей статье изложены результаты работы по опробованию методологического подхода к определению дымообразующей способности сложных комбинированных изделий, представляющих собой совокупность различных материалов.

Сущность предлагаемой методики сводилась к расчетному определению коэффициента дымообразования для комбинации материалов на основании данных, полученных при испытаниях одиночных материалов, входящих в состав комбинации. При этом предполагалось, что вклад одиночного материала в дымообразующую способность комбинированного материала пропорционален его содержанию в комбинации. Расчет коэффициента дымообразования осуществлялся по формуле:

$$D_p = \sum_{i=1}^n \left( \frac{g_i}{g} * D_i \right) \quad (1)$$

где  $D_p$  – расчетное значение коэффициента дымообразования для комбинации материалов;  $i$  – номер материала в комбинации;  $g_i$  – массовая часть материала в комбинации;  $g$  – сумма массовых частей органических материалов в комбинации;  $D_i$  – экспериментально установленные значения коэффициента дымообразования  $i$ -го материала;  $n$  – количество материалов в комбинации.

Для подтверждения данного предложения были проведены экспериментальные исследования дымообразующей способности по стандартной методике для комбинированных материалов, состав которых приведен в табл. 1, и одиночных материалов, входящих в состав комбинации.

Таблица 1. Состав изделий и комбинаций материалов

Комбинация материалов, изделия	Состав комбинаций	
	Материал	Кол-во, масс.ч.
Бумажно-слоистый пластик ДБСП	Бумага декоративная + смола марки ММ-54У	1,26
	Бумага внутренняя + смола марки СФЖ-3017	0,32
	Бумага внутренняя + смола марки ММ-54У	2,40
Многослойный полиэфирный стеклозолопластик	Полиэфирный стеклопластик	1,00
	Микросферы полые зольные прессованные	1,07
Кабель АВВГ	Оболочка ПВХ 040 -50	1,20
	Изоляция ПВХ И40 -13	1,05
	Металл (оплетка + провод)	1,08
Кабель ТРК	Оболочка ПЭ 153 - 10К	1,25
	Изоляция ПЭ 107 - 01К	1,08
	Металл (оплетка + провод)	1,02
Трехслойная панель для судовой мебели № 1	Пенополиуретан ППУ 332М	1,00
	Бумажнослоистый пластик «Манменит»	1,55
Трехслойная панель для судовой мебели № 2	Пенополиуретан ППУ-3С	1,00
	Бумажнослоистый пластик «Манменит»	1,68
Комплект материалов мягкой мебели № 1	Плита древеснокомпозиционная на карбамидноформальдегидном связующем	29,00
	Тогилен 100 %	1,30
	Ткань «Сура»	1,00
Комплект материалов мягкой мебели № 2	Плита древесностружечная	26,20
	Тогилен 100 %	1,04
	Ткань ЭНКС-А	1,00
Комплект материалов мягкой мебели № 3	Плита древеснокомпозиционная на органо-фосфатном связующем	21,00
	Тогилен 100 %	1,80
	Ткань «Сура»	1,00
Комплект материалов мягкой мебели № 4	Плита древесностружечная	26,10
	Шерсть термообработанная	1,00
Комплект материалов мягкой мебели № 5	Плита древесностружечная	22,00
	Фторполимер на фенолоне	1,00

В табл. 2 представлены результаты экспериментов по оценке дымообразующей способности одиночных материалов. Используя полученные данные, по формуле (1) был выполнен расчет коэффициентов дымообразования в режимах термоокислительного разложения и пламенного горения для комбинаций материалов и изделий.

Анализ полученных данных позволил установить, что расхождения между экспериментальными и расчетными значениями коэффициентов дымообразования для рассматриваемых комбинаций материалов не превышает 11,6 % для оценки исследуемого параметра в режиме термоокислительного разложения и 20 % – в режиме пламенного горения.

Таким образом, проведенные исследования показали, что принцип аддитивности можно считать приемлемым для расчетного определения коэффициента дымообразования комбинированных материалов и изделий. Поэтому в тех случаях, когда конструктивные параметры установки не позволяют испытать фрагмент изделия, определение дымообразующей способности комбинированных материалов можно осуществлять расчетным способом на основании результатов испытаний одиночных материалов, входящих в их состав.

Таблица 2. Дымообразующая способность одиночных материалов

Наименование материала	Значение коэффициента дымообразования ( $\text{м}^2 \text{кг}^{-1}$ ) в режиме		Классификация по ГОСТ 12.1.044-89
	термоокислительного разложения	пламенного горения	
Бумага декоративная + смола марки ММ-54У	270	0	Умеренная
Бумага внутренняя + смола марки СФЖ-3017	35	30	Малая
Бумага внутренняя + смола марки ММ-54У	300	15	Умеренная
Полиэфирный стеклопластик	660	160	Высокая
Микросферы полые зольные прессованные	820	150	Высокая
Ткань «Сура»	90	20	Умеренная
Ткань ЭНКС-А	0	390	Умеренная
Тогилен 100 %	15	0	Малая
Фторолимер на фенилоне	330	300	Умеренная
Шерсть термообработанная	90	15	Умеренная
Плита древесностружечная	180	5	Умеренная
Бумажнослоистый пластик «Манменит»	290	10	Умеренная
Пенополиуретан ППУ 332У	1360	450	Высокая
Оболочка ПВХ 040-050	680	430	Высокая
Оболочка ПВХ И40-13	1120	700	Высокая
Оболочка ПЭ 153-10К	1050	470	Высокая
Изоляция ПЭ 107-01К	1250	515	Высокая

Расчетные и экспериментальные значения данного параметра представлены в табл. 3.

Таблица 3. Результаты определения дымообразующей способности комбинированных материалов

Комбинации материалов, изделия	Значение коэффициента дымообразования ( $\text{м}^2 \text{кг}^{-1}$ ) в режиме				Погрешность (%) в режимах		Классификация по ГОСТ 12.1.044-89
	эксперимент		расчет		термоок. разложение	пламенное горение	
	термоок. разложение	пламенное горение	термоок. разложение	пламенное горение			
Бумажнослоистый пластик ДБСП	300	15	269	12	10,3	20,0	Умеренная
Многослойный полиэфирный стеклосферопластик	730	150	742	155	1,6	3,3	Высокая
Кабель АВВГ	570	400	598	376	4,9	6,0	Высокая
Кабель ТРК	900	370	795	342	11,6	7,6	Высокая
Трехслойная панель для судовой мебели № 1	740	160	716	185	3,2	15,6	Высокая
Трехслойная панель для судовой мебели № 2	600	100	576	119	4,0	19,0	Высокая
Комплект мягкой мебели № 1	170	5	170	5	0	0	Умеренная
Комплект мягкой мебели № 2	175	20	168	18	4,0	10,0	Умеренная
Комплект мягкой мебели № 3	600	30	570	27	5,0	10,0	Высокая
Комплект мягкой мебели № 4	180	5	177	5	1,7	0	Умеренная
Комплект мягкой мебели № 5	190	20	187	18	1,6	18,0	Умеренная

Проведенные исследования позволили внести предложения по дополнению метода экспериментального определения дымообразующей способности твердых веществ и материалов [3] для изделий, представляющих собой совокупность различных материалов. На основании данной методики и предложений других заинтересованных лиц, испытательных лабораторий, а также производителей была разработана первая редакция проекта нового стандарта, однако на сегодняшний день окончательная редакция стандарта еще не реализована, а проблема определения дымообразующей способности комбинированных материалов остается актуальной.

### **Литература**

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон Рос. Федерации ФЗ от 22 июля 2008 г. № 123. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. ГОСТ 12.1.017.80. ССБТ. Пожаровзрывоопасность нефтепродуктов и химических органических продуктов. Номенклатура показателей. М.: Стандартинформ, 2006.
3. ГОСТ 12.1.044-89. ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. М.: Стандартинформ, 2006.
4. EN 13823:2010. Reaction to fire tests for building products. Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item. URL: <http://infostore.saiglobal.com/en-en-13823-2010-1430489/> (дата обращения: 12.01.2018).
5. EN ISO 9239-1:2010 Reaction to fire tests for floorings. Part 1: Determination of the burning behaviour using a radiant heat source. URL: <http://iso.org/standard/45781.html> (дата обращения: 10.01.2018).
6. Трушкин Д.В., Аксёнов И.М. Проблемы определения дымообразующей способности строительных материалов // Пожаровзрывобезопасность. 2002. № 1. С. 29–38.
7. Трушкин Д.В., Аксёнов И.М. Метрологическое обеспечение методов испытаний по определению показателей пожарной опасности строительных материалов // Пожаровзрывобезопасность. 2002. № 2. С. 13–20.

