

*Д.Г. Трегубов, преподаватель Академии гражданской защиты Украины, кандидат технических наук,
Е.В. Тарахно, доцент Академии гражданской защиты Украины, кандидат технических наук,*

МЕТОД ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКИ СКЛОННОСТИ ТВЕРДЫХ ВЕЩЕСТВ К САМОВОЗГОРАНИЮ

Розглянуто основні положення методу оцінки схильності твердих матеріалів до теплового та фізичного самонагрівання за величиною компенсированої потужності електричного нагріву.

Рассмотрены основные положения метода оценки склонности твердых материалов к тепловому и физическому самонагреванию по величине компенсированной мощности электрического нагрева.

Применение инструментальных методов исследования в определении причины пожара и решении некоторых других задач является весьма актуальным вопросом при производстве пожарно-технических экспертиз.

Как известно, одной из причин возникновения пожаров является тепловое и физическое самовозгорание твердых пористых материалов. Самовозгорание является результатом протекания сложных физических и химических процессов, сопровождающихся низкотемпературным окислением вещества с выделением и накоплением тепла. Необходимым условием прогрессирующего самонагревания является сочетание химической активности твердого материала по отношению к кислороду воздуха и внешних условий, обуславливающих возможность накопления тепла. Исходя из того, что основным процессом самонагревания является взаимодействие кислорода с

веществом, большинство разработанных методов оценки склонности твердых материалов к самовозгоранию определяют активность вещества по отношению к кислороду [1]. Большими возможностями обладает дериватографический анализ, позволяющий определять тепловые эффекты процессов, протекающих в веществе при нагреве [2]. В ряде методик принято анализировать количество поглощенного (адсорбируемого и химически связанного) кислорода и степень его превращения по количеству выделившегося диоксида углерода [1]. Однако сравнение по данному методу широкого класса веществ нам представляется мало возможным, поскольку одинаковое количество прореагировавшего кислорода не означает равноценность тепловых эффектов.

Методы экспресс-оценки свойств материалов широко распространены, но особенно они актуальны для характеристики длительных процессов, к которым относятся процессы самовозгорания. Большинство существующих методов определения пожароопасных свойств материалов требуют дорогостоящего специального оборудования.

Проведенный анализ причин и условий самовозгорания твердых пористых материалов позволяет сделать вывод, что идеальный метод определения склонности к самовозгоранию должен отражать не столько химическую активность материала по отношению к кислороду, сколько количество тепла, генерируемого процессом низкотемпературного окисления.

В настоящей работе предлагается относительно простой метод оценки тепловых эффектов процесса окисления, который заключается в регистрации величины компенсации электрической мощности нагрева тепловыделением химической реакции. Известно, что изменение температуры химически инертной системы при пропускании электрического тока пропорционально потребляемой электрической мощности. Такую зависимость энергопотребления от температуры принимают в качестве эталонной. Поэтому эталонным образцом должен быть материал с физическими характеристиками близкими к характеристикам испытываемых веществ. Таким углеродистым материалом с высоким уровнем организации углерода является графит.

Если в системе под воздействием нагрева протекает экзотермическая химическая реакция, ее тепловыделение снизит потребляемую электрическую мощность.

В ходе опыта нагрев ведется со скоростью $0,17 \text{ K}\cdot\text{c}^{-1}$ при подаче воздуха с расходом $0,1 \text{ дм}^3\cdot\text{c}^{-1}$. Реакционная камера объемом $0,5\cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ полностью заполняется испытываемым материалом. Длительность опыта при нагреве до температуры возгорания для большинства материалов составляет до 1 часа, а для веществ склонных к самовозгоранию до 0,5 часа.

Исследовались древесина (осина), угли различной стадии метаморфизма и коксы с высокой и низкой реакционной способностью.

Момент начала самонагрева в условиях опыта можно определять по отсутствию дальнейшего потребления электрической мощности после дости -

¹ См.: Саранчук В.И., Русчев Д., Семенов В.К. и др. Окисление и самовозгорание твердого топлива. – К.: Наукова думка. 1994. – 264 с.

² См.: Саранчук В.И., Ошовский В.В., Горюшин В.Ф., Никитенко Ю.В. Тепловые эффекты процесса пиролиза углей // Углекимический журнал. – 2002. - № 5-6. – с. 15-19.

жения определенной температуры, характерной для различных веществ. За температуру самонагрева принимается температура, при которой в опыте начинает уменьшаться энергопотребление относительно эталонной кривой.

Метод позволяет учесть влияние начальной температуры образца на склонность его к самовозгоранию. Если исходная температура вещества больше температуры окружающей среды, то для анализа склонности к самовозгоранию показатель интенсивности энергопотребления отсчитывается на кривой нагрева от реальной начальной температуры вещества.

Однако прямое использование показателя мощности для оценки склонности материала к самовозгоранию некорректно, поскольку суммарное выделение тепла зависит не только от теплового эффекта процессов адсорбции и окисления, но и от площади реакционной поверхности, которая, в свою очередь, связана с величиной кажущейся плотности испытываемого материала. Так, по полученным данным древесина имеет более низкий показатель потребленной мощности, чем уголь или антрацит, что говорит о повышенной склонности к самовозгоранию, однако это не соответствует действительности. Поэтому представляется обоснованным введение показателя удельного расхода электроэнергии, учитывающего плотность материала (таблица).

Удельный расход энергии показывает, что наиболее склонны к самовозгоранию угли марок Ж и К, а наименее склонен - образец промышленного кокса.

Таблица

Физические и энергетические показатели исследуемых образцов

Материал	Кажущаяся плотность, ρ , кг·м ⁻³	Температура начала тепловыделения, T_n , К	Температура возгорания, T_v , К	Энергопотребление, Q, Вт·ч	Удельный расход энергии, $Q_{уд}$, Вт·ч·кг ⁻¹
Древесина (осина)	430	533	653	189	0,440
Уголь К	1300	553	583	141	0,108
Уголь Ж,	1300	553	583	146	0,112
Уголь СС	1300	573	613	164	0,126
Антрацит	1460	793	853	458	0,314
Антрацит окисленный	1460	788	848	467	0,320
Полукокс	600	603	713	258	0,430
Кокс лаб.	839	733	973	463	0,552
Кокс пром.	1042	873	1093	740	0,710

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Метод оценки склонности к самовозгоранию твердых веществ по величине компенсированной электрической мощности процесса нагрева является технологически простым и может быть использован для оценки пожароопасных свойств материалов.

2. Наиболее информативным показателем процесса самовозгорания

является удельный расход потребляемой энергии и температура, при которой происходит отклонение потребляемой мощности от эталонной кривой.