
УДК 614.8:521.633

*Д.Г. Трегубов, к.т.н., ст. преподаватель, НУГЗУ,
Е.В. Тарахно, к.т.н., доцент, нач. кафедры, НУГЗУ*

СВЯЗЬ СКЛОННОСТИ МАТЕРИАЛОВ К САМОВОЗГОРАНИЮ СО ВЗРЫВООПАСНОСТЬЮ ПЫЛЕЙ

(представлено д-ром техн. наук Андроновым В.А.)

Рассмотрено состояние вопроса относительно самовозгорания углей и взрыспособа выбора степени заполнения вращающегося барабана при испытании зернистых проб разной кажущейся плотности. Произведены обоснование и выбор способа отбора пробы для заполнения реакционной камеры барабанного типа в рамках методики определения склонности твердых материалов к тепловому самовозгоранию.

Ключевые слова: проба, масса, объем, самовозгорание.

Постановка проблемы. С самовозгоранием сталкиваются в разных отраслях народного хозяйства, в их число входят угледобывающая и углеперерабатывающие отрасли промышленности. Эта проблема требует непрерывного контроля для предотвращения возникновения пожаров.

Многие виды углей и их пылей самонагреваются при хранении и обладают высокой пожаровзрывоопасностью [1]. Это усложняет их добычу, переработку, транспортирование, использование. Тепловые проявления окисления углей приводят к их саморазогреву, что снижает потребительские свойства и создает опасность возникновения пожара. 7 % объема добычи бурого угля теряется в результате его самовозгорания, а атмосферу загрязняют продукты разложения, полного и неполного сгорания [2]. При подготовке и переработке углей часто образуются взрывоопасные концентрации пылей.

Анализ последних исследований и публикаций. Поведение материалов при нагреве исследуют с помощью термических методов анализа. Установки термического анализа реализуют принципы термогравиметрии, термодилатометрии, калориметрии, термомеханического анализа и др. [3]. Почти все они имеют собственную погрешность из-за разрушающего характера термического, механического и химического воздействия при испытании. Исследование стадий термодеструкции материалов проводят: по изменению массы, размера, механических, диэлектрических характеристик, термодинамических параметров (теплоемкости, энтальпии и др.).

В работе [4] показана возможность применения тепловой теории самовоспламенения для прогноза самовозгорания каменных углей и

полукоксов различных модификаций. Соответственно, определены температуры, при которых тепловыделение реакции компенсирует теплотери в условиях опыта для углей и полу коксов, то есть начинается их самонагревание. Установлено также, что самовозгорание и возникновение взрыва пыли бурого угля имеют схожие механизмы тепловых процессов, поэтому возможно оценить по склонности бурого угля к самонагреванию и взрывоопасные свойства его пыли [2].

Постановка задачи и ее решение. Пожароопасные свойства углей даже одной стадии метаморфизма сильно отличаются, поэтому необходимо определять их для каждой партии угля. Способность материала вступать в химические реакции показывает его реакционная способность. Однако, независимо от промежуточных процессов в материале, опасность самовозгорания определяется общим количеством выделяемого тепла с учетом неполноты протекания реакций окисления. Поэтому считаем, что склонность материалов к самовозгоранию целесообразно оценивать не по степени конверсии кислорода или изменению массы пробы, а по количеству тепла, которое выделяется при контакте кислорода с пробой в условиях низкотемпературного окисления.

Исходя из вышесказанного, нами предложена оригинальная установка термического анализа с использованием метода компенсации электрической мощности и исследованы некоторые углеродистые материалы [5]. Данный электротермический метод использован для определения склонности твердых материалов к самовозгоранию. Материал фракции 6-10 мм подвергается воздействию тепловых нагрузок при диссипации электрической энергии в электропроводном наполнителе и химическом взаимодействии с имеющимся в реакционной камере газообразным реагентом. В качестве активного агента окислительной среды эффективнее использовать кислород, поскольку это моделирует практические процессы самовозгорания и взрыва аэрозоля, а также позволяет проводить термоокислительные испытания при меньшей температуре, чем в случае использования углекислого газа или перегретого пара.

Одним из показателей метода является удельный расход энергии на поддержание заданного режима нагрева. Чем меньше этот показатель, тем более интенсивным было тепловыделение пробой, тем больше данный материал склонен к самовозгоранию, а его пыль к взрыву. Для испытанных образцов получили в порядке возрастания следующие данные (табл.1.), Вт·ч·кг⁻¹: уголь К - 0,108, уголь Ж - 0,112, уголь СС - 0,126, антрацит - 0,314, антрацит окисленный - 0,32, полукокс - 0,43, осина - 0,44, кокс лаб. - 0,552, кокс металлургический - 0,71.

Одновременно фиксировали температуру начала тепловыделения, которое возникает как следствие окисления летучих продуктов

разложения (свойства первичных летучих продуктов разложения представлены в таблице 2), и температуру возгорания пробы твердого зернистого материала в опыте. Таблица 1 показывает, что температура возгорания крупнозернистого углеродистого материала в опыте близка к температуре самовоспламенения его аэрозоля. Температура начала тепловыделения в опыте близка к температуре тления материалов. Расхождения объясняются отличием испытываемых проб от приведенных в справочной литературе [6], где, следует отметить, данные приведены для проб разной дисперсности.

Таблица 1 – Сравнение результатов калориметрических испытаний углеродистых материалов [5] с данными для температур тления и самовоспламенения их аэрозолей [6]

Материал	Удельный расход энергии, Вт·ч·кг ⁻¹	Температура тления, К	Температура начала тепловыделения, К	Температура возгорания, К	Температура самоспалахования аэрозолю, К
Древесина	0,440	500	533	653	643
Уголь СС	0,126	573	573	613	708
Полукокс	0,430	425	603	713	623
Антрацит	0,314	673	793	853	773
Кокс мет.	0,710	-	873	1093	1073

Таблица 2 – Температура начала выделения и самовоспламенения горючих летучих продуктов разложения (ЛПР)

Летучие продукты разложения	Температура начала выделения ЛПР, К	Температура самовоспламенения ЛПР, К
СО	353 - 573	883
СН ₄	373 - 673	918
Н ₂	673 - 873	783

Выводы. В ходе проведенного эксперимента установлено, что критические температуры в опыте для крупнозернистых углеродистых материалов близки к известным температурам тления аналогичных материалов и самовоспламенения их аэрозолей. Поэтому калориметрические исследования по предложенному методу позволяют определять как склонность твердых материалов к самовозгоранию, так и пожароопасность их аэрозолей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Окисление и самовозгорание твердого топлива [Саранчук В.И., Русчев Д., Семенов В.К.] – К.: Наукова думка. 1994. – 264 с.
2. Амелчугов С.П. Особенности теплофиз. процессов при добыче, хранении, транспортировке, использ. бурого угля: автореф. дис. на соиск. н. ст. д.т.н.: спец. 01.04.14 / С.П. Амелчугов – Красноярск, 2002.

– 30 с.

3. Бубнова Р.С. Термический анализ и фазовые равновесия / Бубнова Р.С., Филатов С.К., Фотиев А.А. - Пермь: Изд. ПГУ. 1988. - 155 с.

4. Беляк А.Л. Снижение эндогенной пожароопасности малометаморфизированного каменного угля и полукокса при хранении: автореф. дис. на соиск. н. ст. к.т.н.: спец. 05.26.03 / Беляк А.Л. — Кемерово, 2004. – 26 с.

5. Трегубов Д.Г. Моделирование процессов теплового самовозгорания / Трегубов Д.Г., Бондарчук М.Г. // Проблемы пожарной безопасности. - Харьков: УГЗУ.-Вып.25. - 2009. – С. 185-189.

6. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник в 2-х книгах / [Баратов А.Н., Корольченко А.Я., Кравчук Г.Н и др.]; под ред. Баратова А.Н. - М. : Химия, - 1990. – 272 с.

nuczu.edu.ua

Д.Г. Трегубов, О.В. Тарахно

Аспекти методики визначення схильності твердих матеріалів до самозаймання

Розглянуто стан питання щодо способу вибору ступеня заповнення обертового барабана при випробуванні зернистих проб різної уявної щільності. Зроблено обґрунтування й вибір способу відбору проби для заповнення реакційної камери барабанного типу в рамках методики визначення схильності твердих матеріалів до теплового самозаймання.

Ключові слова: проба, маса, об'єм, самозаймання.

D.G. Tregubov, O.V. Tarahno

Aspects of the methodology for determining the propensity to spontaneous combustion of solid materials

The state of the question concerning the method of choice for the degree-filled rotating drum test samples of different grain apparent density. Made the rationale and choice of sampling method for filling a reaction chamber within the drum-type methodology for determining the tendency of solids to the heat spontaneous combustion.

Keywords: test, weight, capacity, spontaneous combustion.