

УДК 614.8:521.633

Трегубов Д.Г., к.т.н., старший преподаватель, НУГЗУ

Тарахно Е.В., к.т.н., начальник кафедры, НУГЗУ

СВЯЗЬ СКЛОННОСТИ МАТЕРИАЛОВ К САМОВОЗГОРАНИЮ СО ВЗРЫВООПАСНОСТЬЮ ПЫЛЕЙ

(представлено доктором наук) Андроновым В.А.)

Рассмотрено состояние вопроса относительно прогноза самовозгорания углеродистых материалов и пожароопасности их аэрозолей. Показана взаимосвязь калориметрически определяемых параметров для зернистых углеродистых материалов с их склонностью к самовозгоранию, а также с пожароопасностью их аэрозолей.

Ключевые слова: самовозгорание, аэрозоль, пожарная опасность

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. Поэтому необходима разработка современных методик оценки пожароопасных свойств твердых материалов.

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 теплопотери 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. Прямым следствием теп

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, полукокк - 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 температурами 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 самовоспламенения аэрозоля, К
Древесина	0,440	500	533	653	643
Уголь СС	0,126	573	573	613	708
Полукок	0,430	425*	603	713	623
Антрацит	0,314	673	793	853	773
Кокс мет.	0,710	-	873	1093	1073

* - для аэрозоля дисперсностью 90 мкм.

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

Вывод. 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. Амельчугов 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. Амельчугов — 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. Режим доступа:

<http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol25/tregubov.pdf>

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.

Трегубов Д.Г., Тарахно О.В.

Зв'язок схильності матеріалів до самозаймання з вибухонебезпекою пилів

Розглянуто стан питання щодо прогнозу самозаймання вуглецевих матеріалів і пожежонебезпеки їх аерозолів. Показано взаємозв'язок калориметрично визначених параметрів для зернистих вуглецевих матеріалів з їх схильністю до самозаймання, а також з пожежонебезпекою їх аерозолів.

Ключові слова: самозаймання, аерозоль, пожежна небезпека.

Tregubov DG, Tarahno OV

The connection of the propensity of materials for combustion combustion with explosive dust

The state of the question concerning the forecast of spontaneous combustion of carbon materials and fire them aerosols. Shows the relationship the calorimetric parameters for granular carbon materials with their propensity to spontaneous combustion, as well as with the fire danger of their aerosols.

Key words: spontaneous combustion, aerosol, fire hazard.