

УДК 661.183.2

Зо Е Найнг, Клушин В.Н.

## ХАРАКТЕР ДЕСТРУКЦИИ ИСКОПАЕМОГО УГЛЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛЕЙВА ПРИ НАГРЕВАНИИ

Зо Е Найнг, докторант кафедры промышленной экологии;

Клушин Виталий Николаевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры промышленной экологии, e-mail: [klouch@muctr.ru](mailto:klouch@muctr.ru); тел. 8-499-978-89-01;

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская пл., д. 9

*Выявление перспективных направлений использования ископаемых углей месторождений Республики Союз Мьянма имеет существенное значение для национальной экономики. В условиях отсутствия необходимых сведений данного плана об угле месторождения Калейва получению необходимой информации способствует его термографическое исследование. По результатам последнего, полученным в работе, охарактеризованы особенности разрушения этого сырья в защитной и окислительной атмосферах и сделаны предложения о величине температурного порога его обработки, ориентированной на производство углеродных адсорбентов.*

**Ключевые слова:** ископаемый уголь, термография, температурный порог пиролитического воздействия с целью получения углеродных адсорбентов

## CHARACTERISTICS OF DESTRUCTION OF FOSSILIZED COAL OF KALEWA FIELD UPON HEATING

Zaw Ye Naing, Klushin V.N.

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia,

Moscow, Russia, Miussskaya sq. 9, 125047 Moscow, Russia

*Determination of perspective ways of in usage of fossilized coals from the fields of The Republic of the Union of Myanmar has significant meaning for the national economy. Taking into consideration the lack of the information about the coal plan from the Kalewa field, it is essential to perform the thermographic research to obtain such information. According to the results of this research performed the following peculiarities were determined: peculiarities of destruction of the raw material in security and in oxidative atmospheres; also the assumptions of temperature threshold of the coal processing, oriented on carbonic absorbent production.*

**Key words:** fossilized coal; thermography; temperature threshold of pyrolytic effect with respect of carbonic absorbent production

Обоснование перспективных, не топливных направлений переработки ископаемых углей месторождений Республики Союз Мьянма имеет существенное значение для национальной экономики. Наряду с этим в доступных источниках научно-технической информации отсутствуют какие-либо сведения о технических характеристиках ископаемых углей названных месторождений (в частности, месторождения, находящегося вблизи г. Калейва), требуемые, например, согласно [1]. Получению существенных данных этого плана способствуют термографические исследования. С этой целью нами с привлечением дериватографа Q-1200 (фирма MOM, Венгрия, Будапешт) изучены процессы термической и термоокислительной деструкции представительного образца ископаемого угля названного месторождения. Полученные результаты отражает информация рис. 1. Использованный для исследования объект представлял собой фракцию угольных частиц размером 0,05-1 мм с небольшим количеством пылевидных включений. Скорость подъема температуры в тигле с испытуемым образцом была близка 9 °С/мин, время испытаний составляло около 100 мин, чувствительность гальванометров ДТГ и ДТА – 1/10. Для обеспечения в печи прибора атмосферы, близкой к инертной, в нее перед началом испытания и в его процессе подавали небольшой контролируемый поток баллонного азота повышенной чистоты.

Температурные кривые Т обеих термограмм не имеют каких-либо существенных отличий от обычных.

Кривую ТГ1 термограммы рис. 1, полученной в атмосфере азота, характеризует сравнительно простая форма. Начиная от комнатной температуры до ~45 °С изменения массы образца практически отсутствуют. Выше этой температуры образец начинает прогрессивно, хотя и сравнительно медленно, терять массу. Размер этой потери к ~80 °С составляет около 12 мг (~1,62 %). При ~80 °С разложение образца прогрессивно ускоряется до ~135 °С, когда ускорение трансформируется, напротив, в прогрессивно возрастающее торможение вплоть до ~290 °С. На отрезке ~80-290 °С образец теряет еще примерно 10,55 % своей массы (~78 мг). Начиная с ~290 °С и вплоть до ~460 °С термический распад образца характеризует наибольшая интенсивность (здесь потеря массы составляет около 115 мг или ~15,56 %). В районе ~460 °С интенсивность характеризуемого распада начинает прогрессивно сокращаться приблизительно до 740 °С, приобретая затем монотонность до самого завершения нагревания. На температурном отрезке ~460-740 °С величина разложения образца близка 99 мг (~13,4 %). На своем завершающем линейном участке (выше ~740 °С) кривая ТГ1 указывает на дополнительную деструкцию образца величиной ~43 мг (~5,82 %). Таким образом, суммарный распад образца в охарактеризованных условиях составляет ~345 мг (~46,68 %).

Кривая ДТГ1 рассматриваемой термограммы свидетельствует наличием соответствующих ее отклонений от основной линии (с минимумами при ~149, 400, 580 и 730 °С) о достоверности сделанных выше заключений о ступенчатом характере кривой ТГ1.

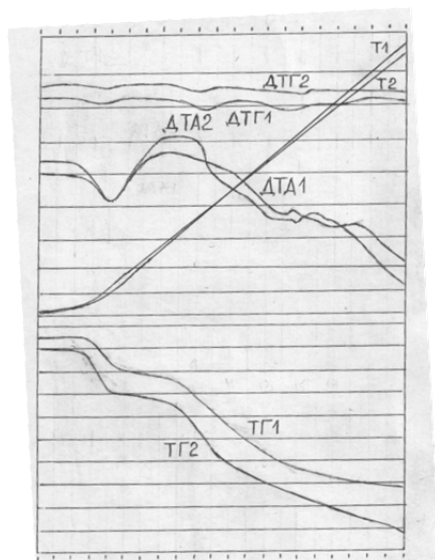


Рис. 1. Термограммы ископаемого угля месторождения Калейва в атмосферах азота (1, навеска 739,1 мг) и воздуха (2, навеска 681,2 мг); шкала ТГ 500 мг

Анализ кривой ДТА1 этой же термограммы позволяет констатировать сложность тепловых явлений, сопряженных с процессом термической деструкции испытанного образца. Фиксированный этой кривой эндотермический эффект с минимумом при  $\sim 145$  оС, связанный с удалением влаги, в области более высоких температур перекрывает достаточно обширный (растянутый по времени и температуре) тепловой эффект противоположного знака. Это экзотермическое проявление характеризует абсолютный максимум при  $\sim 295$  оС и два перегиба, соответствующие  $\sim 400$  и  $505$  оС, на его нисходящей ветви. Последняя при  $\sim 610$  оС фиксирует новую и сравнительно небольшую экзотермику с абсолютным максимумом при  $\sim 620$  оС. При более высоких температурах это экзотермическое проявление имеет достаточно комплексный характер, о чем свидетельствует целый ряд перегибов кривой ДТА1, сопряженных с изменениями формы кривой и длительности во времени отдельных характерных участков ее зависимости от температуры.

Другая термограмма рис. 1 характеризует результаты испытания, выполненного в условиях стесненного доступа атмосферного воздуха к образцу угля, нагреваемого в тигле, находящемся в печи прибора.

Кривая ТГ2 этого рисунка в интервале температур от комнатной до  $\sim 75$  оС демонстрирует небольшую и практически монотонную потерю образцом массы в размере  $\sim 5$  мг или  $0,73\%$ . В области  $\sim 75$ - $140$  оС убыль массы прогрессивно ускоряется, составляя еще  $\sim 55$  мг или  $8,07\%$ . Далее до  $\sim 280$  оС падение массы существенно и почти равномерно замедляется, достигая  $\sim 30$  мг ( $\sim 4,40\%$ ). Выше  $\sim 280$  оС вплоть до  $\sim 430$  оС сокращение массы вновь прогрессивно возрастает, составляя  $\sim 105$  мг ( $\sim 15,41\%$ ). В интервале  $\sim 430$ - $535$  оС это сокращение опять плавно замедляется, добавляя к убыли массы еще  $\sim 85$  мг или  $\sim 12,48\%$ . Выше  $\sim 535$  оС вплоть до завершения испытания прибор фиксирует равномерную потерю образцом массы в размере  $\sim 135$  мг ( $\sim 19,82\%$ ).

Таким образом, суммарная убыль массы образца в процессе нагревания составляет  $\sim 360$  мг или  $\sim 52,85\%$ . Остаток массы материала в остывшем тигле

представлен  $162,8$  мг или  $\sim 23,90\%$ . Следовательно, сумма масс убыли образца в весе при нагревании и остатка в тигле равна  $162,8+360=522,8$  мг ( $\sim 76,75\%$ ), что указывает на продолжившуюся потерю образцом массы при его остывании до комнатной температуры.

Кривая ДТГ2 рис. 1 четко подтверждает изменения интенсивности потери образцом массы, фиксированные кривой ТГ2.

Линия ДТА2 в начале нагрева образца демонстрирует четко выраженное эндотермическое отклонение с минимумом при  $\sim 135$  оС, перекрываемое экзотермическим довольно растянутым эффектом (отклонением) с максимумом при  $\sim 330$  оС. Нисходящую ветвь этого эффекта характеризуют перегибы при  $\sim 420$ ,  $435$ ,  $445$ ,  $510$ , и  $540$  оС, завершаемые при  $\sim 635$  оС небольшой экзотермикой с максимумом при  $\sim 665$  оС, в свою очередь перекрываемой очередной эндотермикой с перегибом при  $\sim 730$  оС и уже не определяемым минимумом.

Сопоставление данных обеих анализируемых термограмм позволяет констатировать общую схожесть характера изменения с температурой зависимостей ТГ, ДТГ и ДТА, фиксированных в атмосферах азота и стесненного доступа воздуха к нижним слоям порошка угля, помещенного в тигель печи прибора. Наряду с этим указанные зависимости обеих термограмм характеризуют и существенные различия. Так, в частности, согласно термогравиметрическим кривым, схожие по форме их отдельные отрезки различаются длительностью во времени (температурами начала и завершения), расположением (по отношению ко времени и температуре эксперимента) точек перегиба, интенсивностью разложения испытуемого угля и, как следствие, величинами (степенями) разложения и выхода остатка. Существенны и отмеченные выше особенности кривых дифференциального термического анализа обеих термограмм, свидетельствующие о сложности и различии механизмов термической и термоокислительной деструкции характеризуемого угля в названных атмосферах.

Следует подчеркнуть, что переработка некоторых ископаемых углей в углеродные адсорбенты требует их предварительного окисления [2]. В этой связи предоставляемые выполненными термографическими испытаниями результаты позволяют заключить, что целесообразным для изучения этого процесса температурным интервалом является область от  $\sim 200$  до  $300$  оС. Другой практической рекомендацией, ориентированной на получение из характеризуемого сырья активных углей, является заключение о целесообразности исследования процесса его пиролиза в области температур, нижняя граница которой близка  $500$  оС.

#### Список литературы

- ГОСТ 25543-88. Угли бурые, каменные и антрациты. Классификация по генетическим и технологическим параметрам.
- Оценка концентратов ископаемых углей и полученных на их основе углеродных материалов как средств очистки от нефтепродуктов сточных вод с территории коксохимического производства // Кокс и химия, 2011, № 4, с. 39-42.