

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ  
ИНТЕРВАЛОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ  
РУДНОЙ И УГОЛЬНОЙ  
СОСТАВЛЯЮЩИХ**

© 2012 Старовойт А.Г., д.т.н.,  
Сорокин Е.Л., к.т.н.,  
Кабак Т.А (ИМетАУ)

*В работе представлены результаты исследования температурных интервалов взаимодействия красного шлама и спекающегося угля. Полученные результаты показали, что красный шлам не является инертной добавкой к спекающимся углям.*

*The paper presents the results of the investigation of temperature intervals of the interaction between the red mud and caking coal. The results showed that red mud is not an inert additive to caking and coals.*

Ключевые слова: красный шлам, уголь, дериватографический метод, газовыделение, энергия, окислительно-восстановительные реакции.

.....  
**И**зучение влияния различных добавок на процессы, протекающие при термическом пиролизе органической массы угля, является весьма актуальным и привлекательным, так как вносимые добавки в угольную шихту можно использовать для управления протекающими реакциями в современных технологических процессах [1].

В данной работе в качестве добавки использовался красный шлам (отход глиноземного производства). Использование данного компонента обусловлено большим содержанием в его составе оксидов железа, которые за счет участия в окислительно-восстановительных реакциях могут оказывать значительное влияние на процесс термического пиролиза органической массы угля.

Ранее были проведены исследования по определению оптимального количества добавки красного шлама [2, 3], показавшие положительное влияние этой добавки на процессы спекания угля. Оптимальное количество добавки по результатам исследований составляет 0,5 % от массы угля. Однако упомянутые работы дают не полную информацию о спекании рудно-угольных смесей, так как в них рассматривается лишь первая фаза спекания: смачивание жидкой фазой термического разложения угля поверхности рудных включений. Следующей фазой является

взаимодействие угольной пластической массы и частиц шлама на основе достигнутого тесного контакта. Преобладающей формой такого взаимодействия могут служить окислительно-восстановительные реакции, способные в значительной мере изменить свойства как минеральной, так и угольной составляющей. Они могут сопровождаться тем или иным тепловым эффектом, а также влиять на температурные границы пластического состояния [4].

Целью настоящей работы являлось исследование температурных интервалов взаимодействия спекающегося угля с частицами красного шлама. Данное исследование было проведено для изучения механизма и характера реакций, которые протекают при совместном нагревании этих материалов.

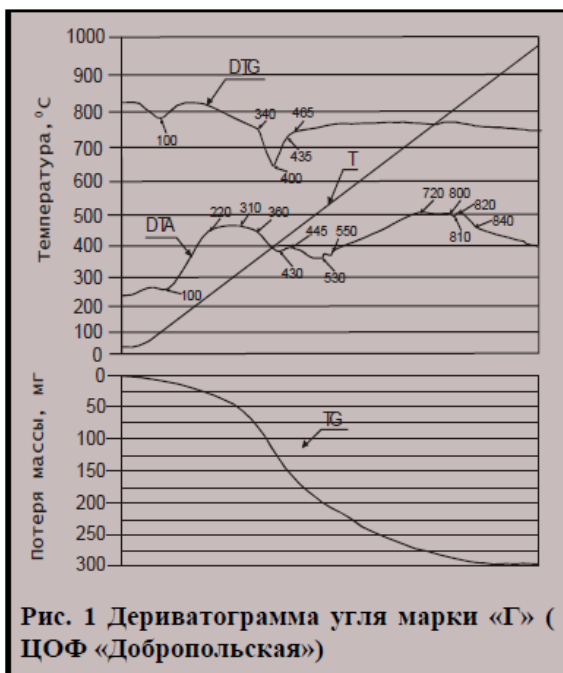


Рис. 1 Дериватограмма угля марки «Г» (ЦОФ «Добропольская»)

Принимая во внимание то, что химические реакции, фазовые и полиморфные превращения сопровождаются тепловыми

эффектами, в данном исследовании был использован дериватографический метод [5].

На рис. 1-3 представлены дериватографические кривые угля, красного шлама и смеси угля с красным шламом. Исходя из теоретических представлений о стадийности процессов, протекающих при нагревании угля [4], кривая DTA угля марки Г (рис. 1) имеет стандартные особенности.

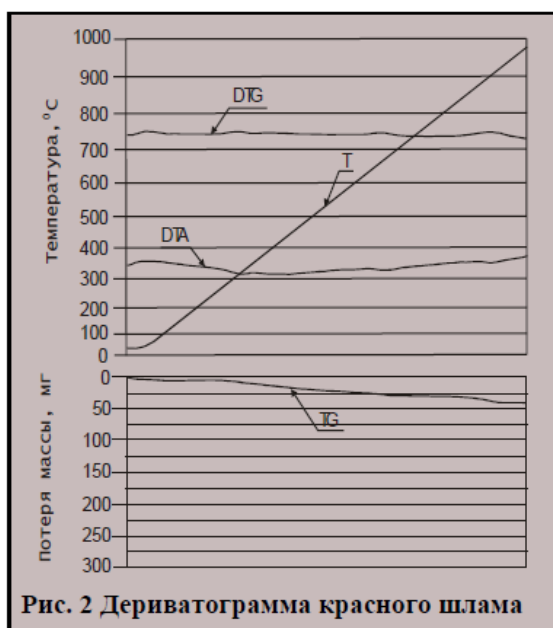
Эндотермический пик (100-120 °С) обусловлен поглощением тепла в результате испарения влаги. При 300-360 °С начинается газовыделение, т.е. скрытый период термических превращений органических веществ угля. Эндотермический эффект заканчивается при 400-420 °С, и начинается экзотермический. При 530-700 °С наблюдается второй эндотермический эффект, т.е. вторичное газовыделение, который начинается после превращения пластической массы угля в полукокс. При 700-800 °С наблюдается следующий эндотермический эффект, т.е. происходит увеличение межсеточной упорядоченности, а также рост конденсации углеродистых сеток с одновременным отщеплением водорода [5].

Общая потеря массы газового угля, пересчитанная на беззольную и безводную массу, при нагревании до 950 °С составляет около 31,4 %.

Проведение исследования с красным шламом (рис. 2) не обнаруживает заметных тепловых эффектов в исследуемом интервале температур. Общая потеря массы при нагревании до 950 °С составляет около 5,9 %.

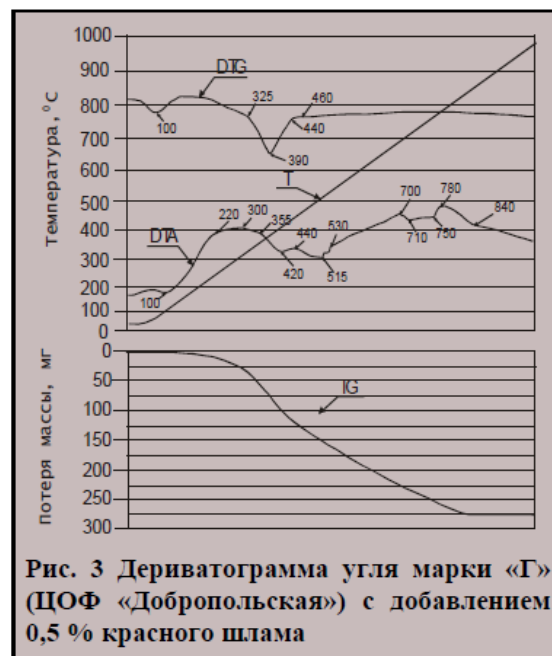
Процесс нагревания смеси угля с красным шламом (рис. 3) несколько отличается от процесса нагревания отдельных компонентов рудно-угольной смеси. При добавлении красного шлама к газовому углю на первой стадии низкотемпературных превращений не наблюдается существенных изменений. Как и при нагревании газового угля без добавки, выделение влаги происходит при температуре 100 °С. Однако при введении добавки

красного шлама смещается температурный уровень начала газовой выделения, который в этом случае составляет 300 °С. Следовательно, системе понадобилось меньшее количество времени для накопления необходимого количества энергии и начала процесса разложения макромолекул угля. Это явление может быть связано с различной теплопроводностью частиц угля и красного шлама.



На второй стадии происходит смещение в область низких температур эндотермического пика 420 °С и пика максимального газовой выделения 390 °С, что на 10 °С меньше, чем при нагревании газового угля. Смещение как начала эндотермического эффекта, так и эндотермического пика с температурой максимального газовой выделения, может говорить об ускорении процессов разложения и затвердевания пластической массы. Данный эффект может проявиться в результате каталитического действия исследуемого шлама, а именно оксидов железа, входящих в

его состав, на процессы, протекающие при термическом пиролизе.



Третья стадия характеризуется смешением границ вторичного газовой выделения (515 и 530 °С). Продолжительность экзотермического эффекта сокращается по сравнению с газовым углем, а угол наклона кривой увеличивается, что свидетельствует об интенсификации происходящих процессов. Данный эффект заканчивается пиком при температуре 700 °С, что на 20 °С меньше чем у газового угля. Далее наблюдается резкий эндотермический эффект, заканчивающийся пиком при 710 °С, после чего на дифференциально-термической кривой вновь отмечается экзотермический эффект (вначале незначительный, а после 750 °С – интенсивный, заканчивающийся пиком при температуре 780 °С).

Общая потеря массы, пересчитанная на беззольную и безводную массу, при нагревании смеси угля с красным шламом до

950 °С составляет около 29,5 %, что на 1,9 % меньше, чем у газового угля.

Таким образом, процесс нагревания смеси угля с красным шламом согласно выполненному дериватографическому исследованию отличается от процесса нагревания отдельных компонентов рудно-угольной смеси. Эти отличия могут быть обусловлены взаимодействием рудной и угольной составляющих, а также, вероятно, развитием между ними окислительно-восстановительных реакций в результате каталитического действия оксидов железа.

#### Библиографический список

1. Школлер М.Б. Применение катализа для производства металлургического кокса /

М.Б.Школлер, И.В.Берестова [и др.] // *Кокс и химия*. – 1991. – № 3. – С. 26-28.

2. Егоров В.М. Утилизация красных шламов в коксохимической промышленности / В.М.Егоров, Е.Л.Сорокин // *Углехимический журнал*. – 2002. – № 5-6. – С. 47-48.

3. Егоров В.М. Взаимодействие угля марки Г с красным шламом / В.М.Егоров, Е.Л.Сорокин // *Углехимический журнал*. – 2003. – № 1-2. – С. 6-7.

4. Скляр М.Г. Физико-химические основы спекания углей / Михаил Григорьевич Скляр. – М.: Металлургия, 1984. – 201 с.

5. Глуценко И.М. Теоретические основы технологии твердых горючих ископаемых / Иван Маркович Глуценко. – Киев: Вища Школа, 1980. – 256 с.

Рукопись поступила в редакцию 10.01.2012