

**К ВОПРОСУ О «ФРАКЦИОННОМ» ПЛАВЛЕНИИ ЗОЛЫ  
УГЛЯ БЕРЕЗОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
КАНСКО-АЧИНСКОГО БАССЕЙНА**

И. К. ЛЕБЕДЕВ, А. С. ЗАВОРИН, С. К. КАРЯКИН, Г. К. ПРИВАЛИХИН

(Представлена научным семинаром кафедры  
котлостроения и котельных установок)

Принимая во внимание огромную народнохозяйственную значимость освоения углей Березовского месторождения как энергетического топлива, рядом исследовательских коллективов (Всесоюзный теплотехнический институт, Томский политехнический институт и др.) были начаты исследования березовских углей участка № 1. Результаты проведенных работ дали достаточный объем материала для получения расчетных данных о теплотехнических характеристиках угля и физико-химических свойствах золы. При этом был выявлен ряд важных особенностей углей первого участка: свыше 40% углей имеют зольность не более  $A^c = 5\%$  [1], содержание окиси кальция и окиси магния в золе этих низкозольных углей составляет до 60%, а в отдельных случаях и выше, что обуславливает очень высокие температурные характеристики золы [2]. Кроме того, в ходе определения температурных характеристик при соблюдении общей закономерности их изменения от химсостава были замечены наряду с затруднениями в определении признаков деформации другие интересные явления [2], которые были отмечены нами и для низкозольного угля из опытной партии шахтной добычи.

Так, нагрев золы угля с  $A^c = 5-7\%$  в области температур перед состоянием  $t_1$  сопровождается вытеканием легкотекучего расплава из нижней части образца. При дальнейшем повышении температуры образец расплавляется, образующийся при этом основной расплав не обладает текучими свойствами и имеет форму чуть сплюсненной полусферы. Внешний вид охлажденного расплава также говорит о том, что вытекание легкотекучего расплава имеет место до наступления размягчения образца (рис. 1).

В некоторых образцах золы угля с зольностью  $A^c = 4-5\%$  перед фиксированием температуры  $t_1$  начинается разбухание нижней части образца, причем верхняя часть остается острой и сохраняется нерасплавленной вплоть до температуры жидкоплавкого состояния. С дальнейшим подъемом температуры выше  $t_1$  твердая верхняя часть постепенно утопает в разбухшем основании. После достижения  $t_3$  расплав не растекается по пластинке.

Нагрев золы для всего интервала зольности  $A^c = 4-7\%$  сопровождается интенсивным газовыделением, о чем можно судить по заметному сокращению объема образцов и выходу газовых пузырьков.

Попытки объяснения особенностей плавления золы низкзолного березовского угля и явлений, сопутствующих ему, исходя из систематизации только внешних признаков, указывали на постадийное образование легкоплавких эвтектик. Различная текучесть расплавов объяснялась наличием в них взвешенных кристаллических включений, выносимых из золы при образовании жидкой фазы. Учитывая стадийный характер образования жидкой фазы при плавлении золы, свидетельствующий об избирательном выплавлении отдельных составляющих, указанные явления были классифицированы как «фракционное» плавление. Однако природа этих явлений остается пока невыясненной.

Между тем «фракционное» плавление может оказать определяющее влияние на решение вопроса о наиболее рациональной организации топочного процесса при сжигании углей Березовского месторождения. Здесь привлекает внимание тот факт, что некоторые признаки «фракционного» плавления, хотя и более слабо проявляющиеся, были отмечены для некоторых проб Назаровского месторождения при зольности, близкой к минимальной. Наряду с этим сравнения березовского угля и более подробно изученных углей Назаровского и Ирша-Бородинского месторождений Канско-Ачинского бассейна обнаружили большое сходство изменения химсостава золы от зольности [1]. Известно, что практика сжигания канско-ачинских углей на электростанциях столкнулась с трудностями в эксплуатации котельных агрегатов, поэтому есть основания для опасений по этому поводу и относительно березовского угля. Эффективным средством борьбы с трудностями эксплуатации, проверенной практикой, явилось сжигание канско-ачинских углей в топках с жидким шлакоудалением, конструкции которых обеспечивают в процессе сжигания высокотемпературную обработку всей массы золы.

Однако березовские угли нельзя с полной уверенностью отнести к таким, которые можно без особых затруднений сжигать в подобных топочных устройствах. Высокие температуры жидкоплавкого состояния золы потребуют для организации удовлетворительного шлакоудаления очень высоких температур у шлаковой летки, что едва ли осуществимо в существующих конструкциях парогенераторов с топками высокофорсированного горения. Поэтому, на первый взгляд, кажется целесообразным при сжигании малозольных березовских углей вновь обратиться к применению топок с сухим шлакоудалением. Но при этом наличие в золе заметного количества легкоплавких составляющих приведет к шлакованию радиационных поверхностей нагрева. Это может быть вызвано и увеличением зольности сжигаемого топлива, поскольку значительная часть участка № 1 представлена углями с зольностью выше  $A^c = 7\%$ , соответствующей более низким температурным характеристикам. По этим причинам успешность применения сухого шлакоудаления при сжигании березовских углей кажется сомнительной не только из-за образования связанных отложений на конвективных поверхностях нагрева, но и из-за шлакования радиационных поверхностей.

Из всего изложенного следует, что окончательного однозначного решения о применимости существующих топочных устройств для сжигания малозольного угля пока нет, а получение его является первоочередной задачей, требующей быстрее разрешения на сегодняшнем этапе освоения Березовского месторождения для энергетического использова-



Рис. 1. Вид охлажденного расплава: 1 — легкотекучий расплав; 2 — основной расплав

ния. Предпосылки к положительному решению вопроса могут появиться лишь при обстоятельном изучении минеральной части и плавления золы угля.

С этой целью нами предполагается провести исследования с установлением состава и свойств образующейся жидкой фазы и нерасплавляющихся твердых остатков, для чего необходимо в первую очередь решить вопрос об отделении выплавлений от основной массы золы. Первым этапом этой работы явилось следующее: золотые образцы нагревались в криптолово́й печи с той же скоростью нагрева, что и при определении температурных характеристик, до температур от 1150 до 1400°C (через каждые 50°C) и разделялись на две части — верхнюю и нижнюю. Исходя из описанной картины плавления золы следовало ожидать распределения составляющих химсостава по высоте. Изменение температурных характеристик для верхней и нижней части образцов подтвердило это и показало, что избирательное выплавление начинает сказываться на распределении легкоплавких компонентов между «верхом» и «низом» с 1250°C. Однако химический анализ не дал ответа на вопрос о степени участия отдельных компонентов химсостава в «фракционном» плавлении и позволил установить лишь некоторое увеличение CaO для «верха» и соответствующее увеличение SiO<sub>2</sub> для «низа», начиная с 1300°C. Изменение содержания других окислов не наблюдается. По-видимому, распределение химсостава не проявляется вследствие возможного увеличения жидкой фазой тугоплавких кристаллических образований. Это обстоятельство указывает, с одной стороны, на несовершенство данной методики разделения совокупности фракций по признаку выплавления, с другой сто-

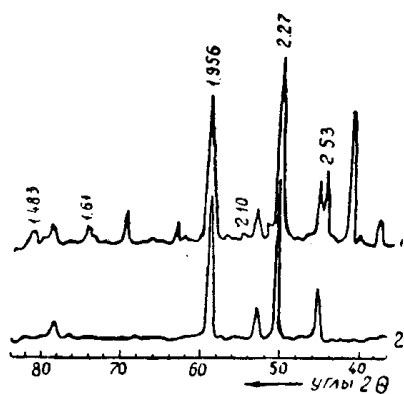


Рис. 2. Рентгенограмма легкотекучего расплава

роны — на трудность осуществления такого разделения.

Отделение выплавляющегося в первую очередь легкотекучего расплава не представляло трудности в этом отношении, но очень малое его количество не дает возможности произвести анализ химического состава. Рентгенофазовый анализ (рис. 2) позволил установить, что в образовании этой эвтектики участвуют соединения железа (линии  $d/n = 1,483; 1,61; 2,10; 2,53$  принадлежат Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>).

Рентгенограмма 1 была получена по охлажденному расплаву, находившемуся в виде тонкой пленки на платиновой пластинке. Рентгенограмма 2 показывает линии, соответствующие платине.

Таким образом, первые результаты изучения плавления золы низкого березовского угля позволили заключить следующее:

1. Подтверждено наличие «фракционного» плавления золы в области температур перед наступлением состояния начала деформации.
2. В формировании легкотекучего расплава участвуют соединения железа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Н. В. Трикашный. Теплотехнические характеристики углей некоторых месторождений Канско-Ачинского бассейна. Автореферат диссертации. Томск, 1968.
2. Н. В. Трикашный. Температурные характеристики золы углей Березовского месторождения Канско-Ачинского бассейна и возможности их снижения. В сб.: «1 научно-техническая конференция по теплообмену и сжиганию». Красноярск, 1970.