

Выводы. Таким образом, критерий максимизации экономического эффекта, положенный в основу расчета показателя металлургической ценности железных руд, объективно отражает современные требования развития горно-металлургической промышленности в целом, ее отдельных отраслей, предприятий и производств, позволяет в достаточно представительной и объективной форме учесть всю совокупность свойств железорудного сырья, определяющих его металлургическую ценность, и дает возможность выразить и сопоставить их количественно.

Задача установления экономического оптимума и допустимых пределов обогащения железных руд и металлизации железорудных окатышей должна решаться с учетом действия следующих независимых переменных факторов: многовариантность способов производства и путей использования металлизированного сырья, влияние содержания железа общего в исходном сырье и изменение степени металлизации окатышей, влияние сырьевых, топливно-энергетических и экономических условий различных районов.

Список литературы

1. Федосеев В.А. Определение оптимальной степени и экономически допустимых пределов обогащения железных руд и металлизации железорудных окатышей [Текст] / В.А. Федосеев, А.А. Антипин // Записки горного института. Том 170. Ч1 – РИЦ СПбГТИ(ТУ). СПб, 2007. - С. 235-240.
2. Антипин А.А. Методические основы металлургической оценки железных руд [Текст] / А.А. Антипин // Актуальные проблемы и перспективы развития Северо-Запада России: Материалы науч.-практ. симп. молодых ученых и спец-ов. СПб.: СПбГУЭФ, 2006. - С. 17-18.
3. Некрасов З.И., Гладков Н.А., Дроздов Г.М. и др. Требования к металлургическим свойствам окатышей. В кн.: Окискование железных руд и концентратов. Свердловск, 1977. - Вып. 3.
4. Чернышев А.М., Журавлев Ф.М., Дрожилов Л.А., Воропаев Е.Н. Методы и устройства для оценки железорудных материалов доменной плавки. / Черная металлургия. Сер. Окискование руд. Черметинформация, 1978. - Вып. 1.

Рукопись поступила в редакцию 15.02.12

УДК 622.7: 622.333

В.Г. САМОЙЛИК, канд. техн. наук, доц.

ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет»

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОМАСЛИВАНИЯ УГОЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ РЕАГЕНТОВ-ПЛАСТИФИКАТОРОВ

Рассмотрено влияние степени омасливания угольной поверхности на эффективность действия реагентов-пластификаторов при подготовке водоугольного топлива. Показано, что омасливание отрицательно сказывается на агрегативной устойчивости и текучести водоугольных суспензий, снижает эффективность действия реагентов-пластификаторов.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Современное состояние развития промышленной практики привело к изучению возможного применения различных видов энергоносителей в индустрии и для нужд населения. Одним из альтернативных продуктов является водоугольное топливо в виде высококонцентрированной суспензии [1-4]. Рост цен на нефть и нефтепродукты, ограниченность запасов этого сырья вызывают повышенный интерес к водоугольному топливу. Смеси воды и угля в виде суспензий изучаются в различных странах мира, что связано с возможностью замены такими продуктами пылевидного топлива, являющегося одним из традиционных видов энергоносителей. По сравнению с пылевидным топливом водоугольные суспензии имеют ряд преимуществ. При сжигании угля в виде водоугольной суспензии снижаются выбросы вредных веществ в атмосферу, образование оксидов азота, что является следствием более высокой скорости выгорания углерода. Таким образом, перечисленные особенности горения водоугольных смесей позволяют относить их к разряду экологически чистых видов топлива.

Конкурентоспособность водоугольного топлива с сухим углем и жидким топливом может обеспечиваться его специфическими характеристиками, которые должны удовлетворять следующим основным требованиям. Концентрация угля в дисперсионной среде должна находиться в пределах не менее 63-65 %, что является довольно высокой цифрой. Суспензия должна иметь агрегативную устойчивость при низкой эффективной вязкости и напряжении сдвига (менее 1 Па·с при градиенте скорости сдвига 9 с^{-1} и менее $5-10 \text{ Н/м}^2$, соответственно). Система

должна быть седиментационно устойчивой при наличии частиц твердой фазы с максимальным размером до 0,25-0,3 мм [5].

Высокая концентрация твердой фазы и ее дисперсность дают основание относить ВУТ к классу высоко концентрированных дисперсных систем (ВКДС). Свойства таких систем в значительной степени определяются прочностью их коагуляционных структур [6].

Изложенное выше позволяет считать проблему создания такого топлива и изучения его свойств как заменителя нефти и мазута актуальной.

Анализ исследований и публикаций. Адсорбция аполярных реагентов увеличивает гидрофобность угольной поверхности как за счет большой удельной поверхностной энергии на границе масло-вода, так и за счет частичного перекрытия каплями реагента гидрофильных центров на угле. При повышении степени омасливания угольных частиц вероятность блокирования функциональных групп собирателем растет. Анализ исследований показал, что взаимодействие пластификаторов с поверхностью угля происходит в основном за счет водородных связей. От прочности закрепления, количества адсорбированного реагента зависят реологические параметры водоугольного топлива, максимальная величина второй критической концентрации структурообразования, агрегативная и седиментационная устойчивость ВВУС. Следовательно, изменения гидрофильно-гидрофобного баланса на поверхности угля при закреплении на ней аполярных реагентов может существенно влиять на качество ВУТ [7].

Постановка задачи. В связи с приведенным выше, особый интерес представляет определение зависимости между расходом аполярных собирателей и эффективностью закрепления на омасленной поверхности угля реагентов-пластификаторов.

Изложение материала и результаты. Для выполнения поставленной задачи были выполнены исследования по адсорбции пластификатора на чистой и обработанной собирателем угольной поверхности. Исследования проводились на углях марок Д и ДГ крупностью менее 0,25 мм и зольность 6,5%. Пластификатором служил модифицированный гумат натрия, показавший высокую эффективность именно на низкозольных углях [8]. Адсорбция пластификатора на угольной поверхности была исследована спектрофотометрическим методом. Оптическая плотность растворов гумата натрия до и после контактирования с угольными дисперсиями определялась на фотоэлектрическом колориметре КФК-2 при длине волны $\lambda = 440$ нм. Концентрация пластификатора в растворе вычислялась по эмпирической формуле, выведенной на основании построения градуировочных графиков прибора по гумату натрия, г/дм³

$$C = (d_0 - 0,011) p / 1,239, \quad (1)$$

где d_0 - оптическая плотность, p - степень разбавления раствора.

Адсорбция пластификатора на угольной поверхности оценивалась по разнице его содержания в первоначальном растворе и в растворе, полученном после контакта с углем в течение одного часа, и определялась как, г/г

$$\Gamma = V(C_0 - C)/m, \quad (2)$$

где V - объем раствора, дм³; m - масса адсорбента, г.

Зависимости величины удельной адсорбции гумата натрия на чистой и обработанной собирателем угольной поверхности от начальной концентрации пластификатора в суспензии показаны на рис. 1.

Для других аполярных собирателей получены аналогичные кривые.

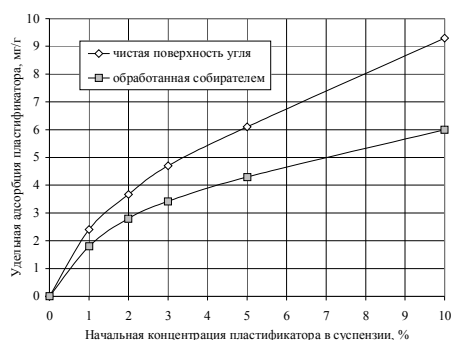


Рис. 1. Удельная адсорбция пластификатора на чистой и обработанной собирателем (0,5 мас.%) поверхности угля

Из данных следует, что адсорбция гумата натрия на омасленной угольной поверхности ниже, чем на чистой, и разница эта увеличивается с ростом расхода аполярного реагента, что можно объяснить снижением числа активных центров в результате их экранирования собирателем или флокуляции тонких угольных частиц.

На уменьшение числа активных функциональных групп на угольной поверхности после обработки ее собирателем указывает и тот факт, что в суспензии, приготовленной из омасленного угля, снижается ионный обмен между твердой поверхностью и водной

фазой, нейтрализующий щелочность среды.

Увеличение расхода аполярного реагента приводит к установлению более высоких равновесных значений pH во всем исследованном диапазоне изменения концентрации гумата натрия (табл. 1).

Таблица 1

Влияние добавок аполярного собирателя на величину равновесного pH водоугольных суспензий

Массовая концентрация аполярного собирателя, % к твердой фазе	pH суспензий через 1 ч					
	расход пластификатора, мас. %					
	1	2	3	4	5	10
0	8,39	8,60	8,73	8,89	8,95	9,30
0,25	8,50	8,73	8,86	8,95	-	9,35
0,5	8,58	8,78	8,96	9,07	9,19	9,40

Снижение адсорбции пластификатора на омасленной угольной поверхности сопровождается уменьшением эффективности его действия, что особенно заметно при концентрациях твердой фазы, близких по величине ко второй критической концентрации структурообразования.

На рис. 2 представлена зависимость между массовым расходом аполярного собирателя и эффективной вязкостью водоугольного топлива при содержании твердого 64 мас. % и начальной концентрации гумата натрия 1 мас. %. Из данных следует, что максимальная текучесть суспензии характерна для дисперсного угля, необработанного аполярным собирателем. По мере роста расхода собирателя текучесть высококонцентрированной водоугольной суспензии ухудшается.

Следует подчеркнуть, что увеличение времени предварительного перемешивания образцов водоугольного топлива с добавками аполярных реагентов позволяет снизить отрицательное влияние омасливания угольной поверхности.

При расходе реагента 0,25 % от массы твердого были получены суспензии с эффективной вязкостью 0,69 Па·с при росте времени гомогенизации до 25 мин. Повышение расхода аполярного реагента до 0,5 мас. % привело к необходимости увеличить время гомогенизации до 35 мин. вместо 15 мин., необходимых для перемешивания необработанных собирателем образцов водоугольной суспензии.

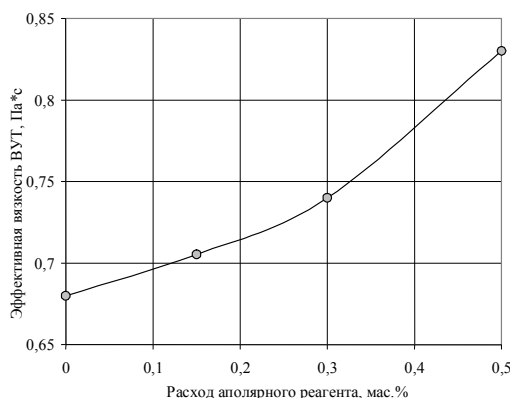


Рис. 2. Связь эффективной вязкости водоугольного топлива с расходом аполярного реагента

Можно считать, что в таком случае происходит обновление поверхности угля в результате срыва (оттирки) физически закрепленного на ней аполярного реагента, о чем свидетельствуют и данные компьютерного моделирования [9].

Другим фактором может быть и частичное диспергирование флоккул и частиц твердой фазы при длительном перемешивании. Дополнительная адсорбция гумата натрия на активных участках угольной поверхности способствует улучшению реологических характеристик водоугольного топлива.

Однако такой метод повышения эффективности действия пластификаторов не может быть рекомендован для промышленного использования, поскольку сопряжен с высокими расходами электроэнергии. Более рационально стремиться к снижению степени омасливания угольной поверхности в процессе флотационного обогащения путем применения наиболее эффективных реагентов-собирателей при их невысоких расходах.

Выводы и направление дальнейших исследований. Таким образом, выполненные исследования влияния степени омасливания поверхности твердой фазы водоугольного топлива аполярными собирателями показали, что омасливание отрицательно сказывается на агрегативной устойчивости и текучести водоугольных суспензий, снижает эффективность действия реагентов-пластификаторов. При этом отрицательное влияние проявляется тем значительнее, чем выше расход аполярных реагентов.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на обоснование такой технологии обогащения для получения твердой фазы водоугольного топлива, которая обеспечивает минималь-

ное омасливание поверхности аполярными реагентами. Это может быть достигнуто за счет отработки оптимального с этой точки зрения режима флотации, а также за счет сокращения доли угля, обогащаемого этим методом.

Список литературы

1. **Макаров А.С. и др.** Получение высококонцентрированного угольного топлива на основе отходов углеобогащения для использования в энергетическом комплексе Украины. / **А.С. Макаров, О.М. Кобитович, А.И. Егурнов, С.Д. Борук, Д.П. Савицкий** // Наук.-техн. Зб. «Збагачення корисних копалин». – 2008. – вип. 33(74). – с. 138-148.
2. **Макаров А.С.** Физико-химические основы получения высококонцентрированных водоугольных суспензий / **А.С. Макаров, Е.П. Олофинский, Т.Д. Дегтяренко** // Вестник АН УССР – 1989. – №2. – С.65-75.
3. **И.Д. Дроздник и др.** Рынок угля и перспективные направления его использования: информационно-аналитический обзор. / **Дроздник И.Д., Орлов А.В., Черкасов В.В.** / – Харьков, 2004. – 188 с.
4. **Макаров А.С.** Проблемы использования высококонцентрированного водоугольного топлива на основе углей Украины / **А.С. Макаров, С.В. Янко** / Уголь Украины. – 1992. – С. 3-5.
5. **Урьев Н.Б.** Высококонцентрированные дисперсные системы. - М: Химия, - 1980 - 360 с.
6. **Макаров А.С.** Структурообразующая способность высокодисперсного углерода в водной среде. / **А.С. Макаров, И.А. Андреева, А.Г. Жигонский** // УХЖ. – 2001. – Т.67, №2. – С.101-106.
7. **Самойлик В.Г.** Исследование воздействия аполярных реагентов на текучесть водоугольных суспензий / **В.Г. Самойлик, Е.И. Назимко** // Наук.-техн. Зб. «Збагачення корисних копалин». – 2012. – вип. 50(91). – с. 147-153.
8. Способ получения стабилизирующей добавки для водоугольной суспензии. А.с. 1378348. СССР, МКИ³ С 10 I/32 / **Л.В. Гирин, В.И. Дуленко, И.Н. Думбай** и др./ Опубл. 01.11.87, Бюл. №37. – 1с.
9. **Гарковенко Е.Е. и др.** Особенности флотации и обезвоживания тонкодисперсных углесодержащих материалов. – Донецк: Норд-пресс. – 2002. – 256 с.

Рукопись поступила в редакцию 08.02.12

УДК 622.834

И.В. НАЗИМКО, канд. техн. наук, УкрНИИМИ НАН Украины, Донецк

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ПРОИЗВОДСТВА ЭНТРОПИИ В ВИДЕ НЕОБРАТИМЫХ ПОТОКОВ СДВИЖЕНИЙ В НАТУРНЫХ УСЛОВИЯХ

Выполнена проверка результатов закономерностей необратимых потоков сдвижений в натуральных условиях.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Как известно [1], подтвержден факт производства энтропии в виде необратимых потоков сдвижений, которые протекают под действием градиента горного давления. Производство энтропии неизбежно приводит термодинамическую систему в равновесное состояние, вероятность которого стремится к максимуму. С экспериментальной точки зрения важно, что процесс производства энтропии проявляется в виде уравнивания нормальных компонент напряжений в окрестности границ зоны повышенного горного давления (ПГД), в результате чего происходит сглаживание перепада горного давления в указанном месте. Если такое сглаживание будет зарегистрировано в натуральных условиях, это подтвердит высокую достоверность выводов о наличии необратимых потоков сдвижений во времени, которые и являются источником производства энтропии.

Анализ исследований и публикаций. Для изучения перераспределения напряжений с течением времени в массиве горных пород, вмещающем выемочный участок, при неизменных границах выработанного пространства были проведены специальные инструментальные наблюдения за скоростью конвергенции вмещающих пластовую выработку пород на участках пересечения границ «краевая часть угольного пласта - выработанное пространство». Термодинамический анализ [1] позволяет прогнозировать уменьшение с течением времени повышенного горного давления в краевой части и увеличение его в смежном выработанном пространстве. По существу этот процесс означает сглаживание градиента горного давления с течением времени или его релаксацию.

Постановка задачи. Существование указанной закономерности ее достаточно просто подтвердить путем измерения скорости конвергенции на контуре выработки, пересекающей границу перехода от краевой части угольного пласта к выработанному пространству. При обеспечении прочих равных условий сглаживание градиента горного давления можно выявить по уменьшению разницы между скоростями конвергенции на контуре выработки на участках зоны ПГД и разгруженной области с увеличением разрыва между моментом формирования вырабо-