

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 реагент-пластификаторов при подготовке водоугольного топлива. Показано, что омасливание отрицательно сказывается на агрегативной устойчивости и текучести водоугольных суспензий, снижает эффективность действия реагент-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 $1\text{Па}\cdot\text{с}$ при градиенте скорости сдвига 9с^{-1} и менее $5-10\text{Н}/\text{м}^2$, соответственно). Система должна быть седиментационно устойчивой при наличии частиц твердой фазы с максимальным размером до $0,25-0,3\text{мм}$ [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 0,25мм и зольность 6,5%. Пластификатором служил модифицированный гумат натрия, показавший высокую эффективность именно на низзолельных 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:

$$C = (d_0 - 0,011) p / 1,239, \text{ г/дм}^3, \quad (1)$$

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:

$$\Gamma = V (C_0 - C) / m, \text{ г/г}, \quad (2)$$

где V – объем раствора, дм^3 ; 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.

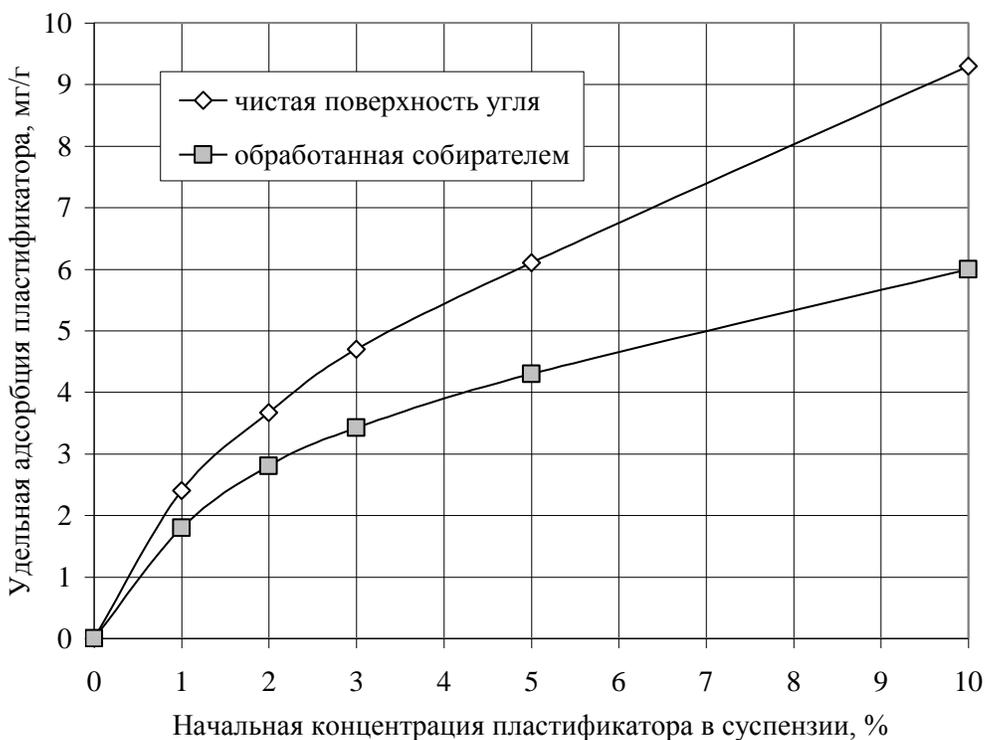


Рисунок 1. Удельная адсорбция пластификатора на чистой и обработанной собирателем (0,5 мас.%) поверхности угля

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 рН во всем исследованном диапазоне изменения концентрации гумата натрия (табл. 1).

Таблица 1. Влияние добавок аполярного собирателя на величину равновесного рН водоугольных суспензий

Массовая концентрация аполярного собирателя, % к твердой фазе	рН суспензий через 1 час					
	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.

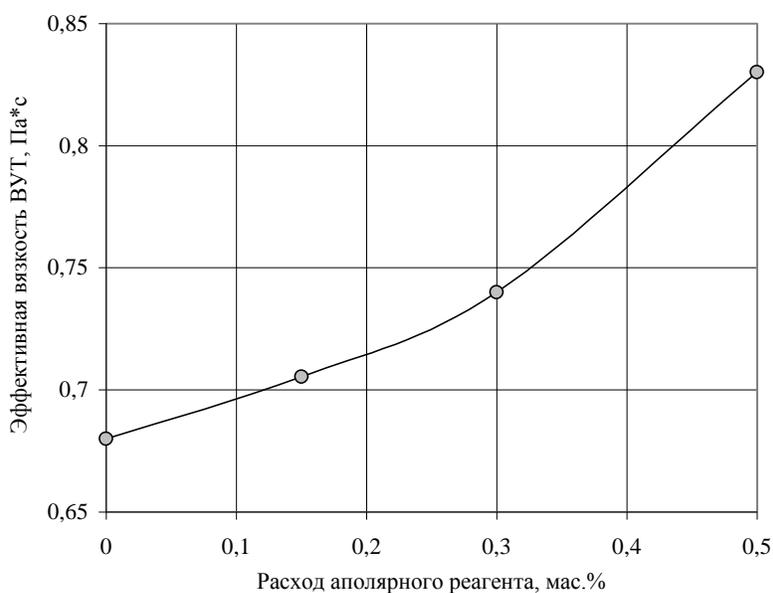


Рисунок 2. Связь эффективной вязкости водоугольного топлива с расходом аполярного реагента

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.

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 флокул 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 прастификаторов не может быть рекомендован для промышленного использования, т.к. 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 минимальное 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. Жигоцкий // *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. Гирина, 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.

УДК 622.7:622.333

Самойлик В.Г.

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.

Розглянутий вплив міри омаслювання вугільної поверхні на ефективність дії реагентів-пластифікаторів при підготовці водовугільного палива.

Influence of degree of coal surface treatment with collectors during water-coal fuel preparation is considered.