

К.Кусаиынов, Г.К.Алпысова, Е.Т.Танашев, А.Б.Толынбеков, Н.К.Танашева

*Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова  
(E-mail: gulnur-0909@mail.ru)*

## **Исследование воздействия пластификаторов на свойства водоугольного топлива**

В статье приведены результаты исследования воздействия пластификаторов на стабильность водоугольных суспензий, полученных из шламов шубаркульских углей. В рамках поставленной задачи по определению оптимального реагента-пластификатора разработана экспериментальная установка. В качестве реагентов-пластификаторов были применены мазут, желатин, гумат натрия. Изучен процесс обогащения угольных шламов Шубаркульского месторождения, показано, что наилучшие результаты получены при использовании гумата натрия. Отмечено, что применение гумата натрия как пластификатора позволяет создать водоугольные суспензии с пространственной сетчатой структурой, не расслаивающиеся в течение длительного времени.

*Ключевые слова:* электрогидроимпульсная установка, шубаркульский уголь, водоугольное топливо, реагент-пластификатор, ультразвуковой диспергатор.

В первой половине XXI в. прогнозируется повышение роли угля в энергетике, что обусловлено его крупными запасами и истощением запасов нефти и газа. В то же время экологические проблемы, возникающие при использовании угольного топлива, требуют разработки и внедрения новых эффективных с экономической и экологической точек зрения угольных технологий, которые обеспечат существенный экологический эффект с максимально высокой полнотой использования добытого топлива. Вокруг многих угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий в гидроотвалах и отстойниках скапливается большое количество добываемого угля, представленного в виде тонкодисперсных угольных шламов, перевод которых в технологически приемлемое топливо позволит не только улучшить экологическую обстановку в регионах, но и получить существенный экономический эффект.

Промышленные запасы угля Шубаркульского предприятия составляют 664 млн т, что при проектной годовой производственной мощности 6 млн т определяет срок эксплуатации предприятия более 100 лет. Перспективным направлением деятельности АО «Шубаркуль комир» является глубокая переработка угля. Научными исследованиями установлено, что уголь Шубаркульского месторождения является уникальным сырьем для получения синтетического жидкого топлива и ряда тяжелых углеводородов, гуматов — органических удобрений, углещелочного реагента для нефтяной промышленности, связующих широкого назначения, коагулянтов для очистки промышленных и сточных вод. С наличием такого долговременного запаса угля актуальной является проблема эффективной переработки шламов (с переводом в жидкое состояние), которые в большом количестве образуются при промышленной разработке основной массы углей.

В связи с этим становится актуальным использование шламов в виде водоугольных суспензий (ВУС), разработка эффективных процессов получения и применения которых должна базироваться на научно обоснованных процессах физического и физико-химического воздействия на исходный уголь с учетом свойств его органической и минеральной составляющих [1].

Водоугольные суспензии — это смеси измельченного угля с водой. Для придания суспензии свойств стабильности и необходимой текучести в суспензию вводится небольшое количество реагента-пластификатора. В результате образуется искусственная дисперсная система, представляющая новый вид топлива из угля — водоугольное топливо (ВУТ).

Преимущества водоугольных суспензий как экологически чистого топлива состоят в следующем:

- предотвращение взрывов и пожаробезопасность во всех технологических операциях (приготовление, транспортирование, хранение и использование);
- отсутствие пыли и загрязнений при хранении и транспортировании;
- снижение вредных выбросов оксидов азота, углерода и серы в атмосферу при сжигании.

Кроме того, водоугольные суспензии обеспечивают сохранность технологических свойств при хранении и транспортировании.

Вместе с тем снижение добычи нефти, газа и повышение их цен на мировом и внутреннем рынках в последние годы вызвало интерес к водоугольному топливу — реальной альтернативе жидким и газообразным органическим видам топлива.

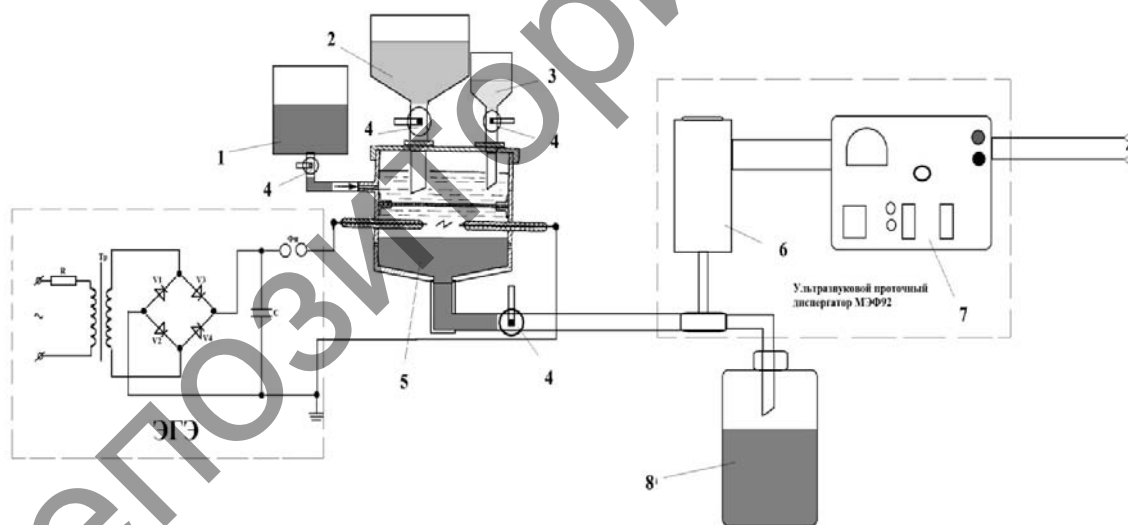
Основными проблемами на пути к расширенному применению водоугольных топлив являются: низкие показатели стабильности основных технологических характеристик, высокая зольность исходного сырья, низкая эффективность известных реагентов — пластификаторов и стабилизаторов.

Сущность процессов подготовки шламов шубаркульских углей к использованию в водоугольных суспензиях заключается в их электрогидроимпульсной (ЭГИ) обработке и дальнейшем обогащении по методу ультразвуковой (УЗИ) агломерации (так как другие методы обогащения не приемлемы ввиду низкой селективности этих процессов при обогащении из-за тонкодисперсного состояния угольных частиц).

Для измельчения частиц шламов каменных углей Шубаркульского месторождения и получения тонко измельченных фракций заданных размеров используются электрические разряды в жидкости, являющиеся источником ударных волн. Ударные волны, распространяясь в среде жидкость–твердые угольные частицы разрушают и измельчают обрабатываемые угли до мелких фракций, необходимых для получения водоугольного топлива.

С целью подбора наиболее эффективных пластификаторов для водоугольных суспензий, приготовленных из угольных шламов, было изучено влияние следующих пластификаторов: желатин, мазут, гумат натрия, полученный из угля. Данные реагенты удовлетворяют требованиям, предъявляемым к реагентам-пластификаторам, и легкодоступны. Эффективность действия данных добавок обусловлена их физико-химическими свойствами, особенностью их строения, состоящего из углеводородных, ароматических, карбоксильных, гидроксильных и других групп [2].

Для проведения экспериментальных работ по получению водоугольного топлива в лаборатории физики импульсных явлений в гетерогенных средах кафедры инженерной теплофизики им. профессора Ж.С.Акылбаева была собрана электрогидроимпульсная установка с ультразвуковым проточным диспергатором (рис. 1).



1 — резервуар для воды; 2 — емкость для угля; 3 — бак для реагента-пластификатора;  
4 — клапан для регулирования; 5 — рабочая ячейка с двумя противоположными электродами,  
6 — ультразвуковой проточный преобразователь; 7 — блок управления диспергатора; 8 — бак с ВУТ

Рисунок 1. Принципиальная схема электрогидроимпульсной установки с ультразвуковым проточным диспергатором

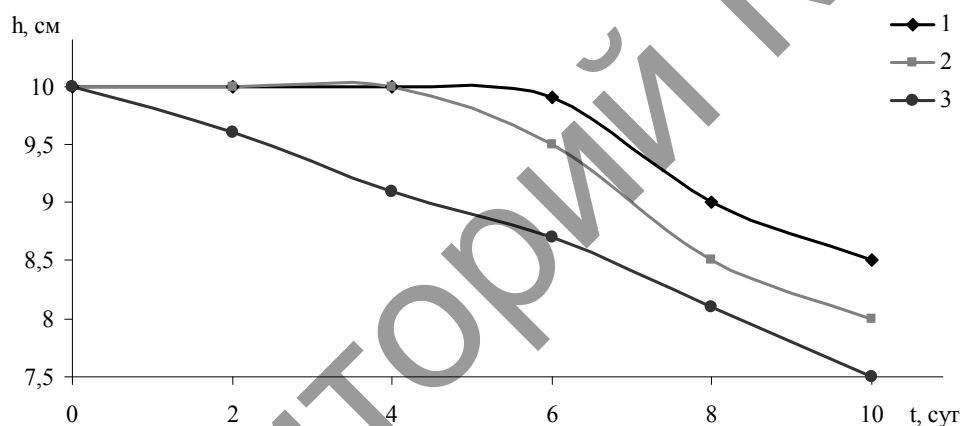
Для создания электрогидравлических ударов собрана схема, включающая источник питания с конденсатором в качестве накопителя электрической энергии. Напряжение на конденсаторе повышается до значения, при котором происходит самопроизвольный пробой воздушного формирующего промежутка, и вся энергия, запасенная в конденсаторе, мгновенно поступает на рабочий промежуток жидкости, где и выделяется в виде краткого электрического импульса большой мощности. Далее

процесс при заданных емкости и напряжении повторяется с частотой, зависящей от мощности питающего трансформатора и электрофизических характеристик среды в межэлектродном промежутке [3].

Установка работает следующим образом: подготовленные угольные шламы направлялись в рабочую ячейку, где происходил подводный электрический взрыв в присутствии пластификатора. Полученная в результате ЭГИ обработки водоугольная суспензия направлялась на установку обогащения, принцип действия которой основывался на методе ультразвуковой агломерации. Ультразвуковой диспергатор состоит из проточного преобразователя и блока управления. Диспергатор выполняет функцию дополнительного дробления, где и образуется химическая связь между компонентами полученной суспензии. Полученное топливо сливается в бак.

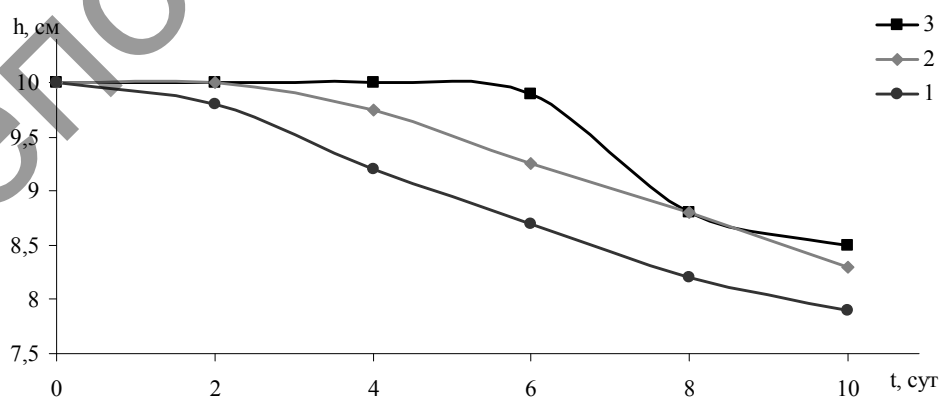
В результате выполненных исследований по обогащению были получены графические зависимости, которые представлены на рисунках 2–4. Подобраны органические соединения и технология дозированного добавления найденных соединений в массу водоугольного топлива. Исследован процесс формирования пространственной структуры водоугольных суспензий, изучены их реологические свойства, установлено, что стабильность водоугольных суспензий, полученных на основе концентратов, определяется физико-химическими свойствами пластификаторов. Следует отметить, что суспензии в присутствии добавок обладают и хорошей текучестью.

Из графика видно (рис. 2), что при добавлении мазута в количестве 1 % водоугольная суспензия обладала стабильностью в течение длительного времени.



1 — 1 % к массе угля; 2 — 0,5 % к массе угля; 3 — 2,0 % к массе угля

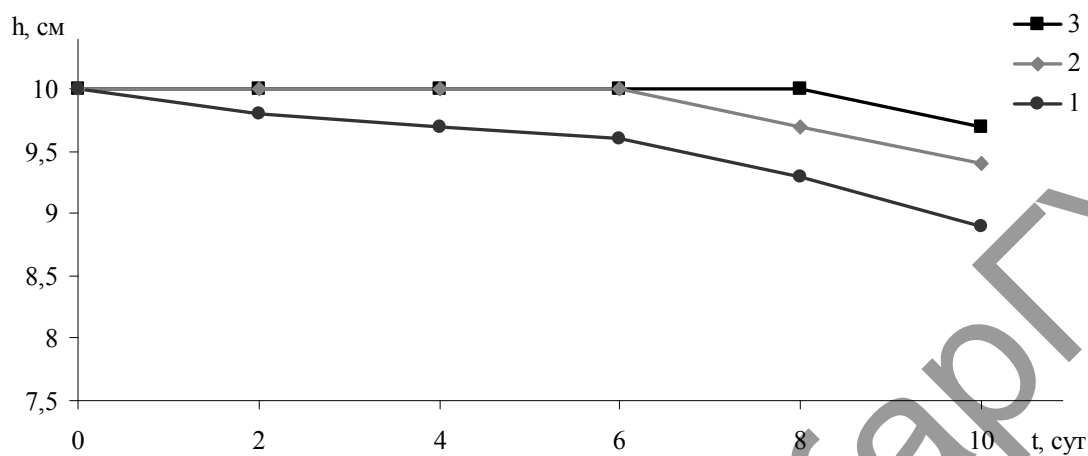
Рисунок 2. Зависимость высоты слоя дисперсной фазы от времени (суспензии с добавками мазута различного количества)



1 — 0,5 % к массе угля; 2 — 1,0 % к массе угля; 3 — 2,0 % к массе угля

Рисунок 3. Зависимость высоты слоя дисперсной фазы от времени (суспензии с добавками желатина различного количества)

Суспензии с добавкой желатина (рис. 3) от 2 % к массе угля обладали стабильностью в течение длительного времени, однако при уменьшении содержания желатина менее 1,0 % к массе Шубаркульского угля происходит заметное снижение стабильности суспензий.



1 — 0,5 % к массе угля; 2 — 2,0 % к массе угля; 3 — 1,0 % к массе угля

Рисунок 4. Зависимость высоты слоя дисперсной фазы от времени (суспензии с добавками гумата натрия различного количества)

Применение в качестве стабилизатора гуминового препарата (гумата натрия) (рис. 4) позволило получить стабильную водоугольную суспензию со стабильными, практически не изменяющимися во времени свойствами. Стабильность водоугольных суспензий была максимальной при использовании от 1 % гумата натрия и выше по отношению к массе угля.

После весьма длительного хранения водоугольные суспензии уплотнялись, с образованием рыхлых осадков. При применении механического воздействия (перемешивания) происходило восстановление первоначальной структуры суспензии.

На основе полученных экспериментальных данных разработана система математических уравнений, позволяющая расчетным путем вычислить интегральную и дифференциальную функции распределения частиц по размерам, краевой угол смачивания и смоченный периметр угольных частиц пластификатора, время, необходимое на проведение процесса ультразвуковой обработки, которые являются исходными данными для расчета и выбора технологического оборудования и оптимизации процесса обогащения в целом.

Из полученных данных видно, что наилучшей стабильностью обладают суспензии с добавкой гумата натрия. В связи с требованиями к водоугольным суспензиям, предназначенным к прямому сжиганию в котлоагрегатах, было весьма важным определить вязкость полученных водоугольных суспензий, по значениям которой можно было делать выводы об их текучести. Добавление стабилизатора — гумата натрия в количестве 1 % от массы углемазутных гранул — обусловлено тем, что при этом расходе водоугольное топливо обладает лучшей стабильностью. Установлено, что стабильность водоугольных суспензий, полученных на основе углемасляных концентратов, определяется физико-химическими свойствами реагентов-пластификаторов.

#### Список литературы

- 1 Уилсон К.Л. Уголь — «мост в будущее». — М.: Недра, 1985.
- 2 Папин А.В. Физико-химические изменения углей при измельчении в жидких средах // Молодые ученые Кузбассу: Материалы конф. — Кемерово, 2003. — С. 257–258.
- 3 Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. — Л.: Машиностроение, 1986. — 253 с.

Қ.Құсайынов, Г.К.Алпысова, Е.Т.Танашев, А.Б.Толынбеков, Н.К.Танашева

### **Көмір сулы отын қасиеттеріне пластификаторлардың әсерін зерттеу**

Мақалада пластификаторлардың Шұбаркөл көмірінен алынған көмір сулы суспензияның тұрақтылығына әсерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Оңтайлы реагент-пластификаторды алуға байланысты қойылған міндеттер аясында тәжірибелік қондырғы құрастырылды. Реагент-пластификаторлар ретінде мазут, желатин және натрий гуматы қолданылды. Шұбаркөл кен орнының көмір қалдықтарын қайта өңдеу үрдісі зерттелді, ең жақсы нәтиже натрий гуматын қолданғанда алынды. Гумат натрийды пластификатор ретінде қолдану арқылы кеңістігі тор тәріздес құрылымы бар және ұзақ уақыт тұнбайтын көмір сулы суспензия алуға болады.

K.Kusaiynov, G.K.Alpysova, E.T.Tanashev, A.B.Tolynbekov, N.K.Tanasheva

### **Research on the impact of plasticizers on the properties of water-coal fuel**

In the article the results of research of the impact of plasticizers on the stability of water-coal suspension obtained from sludge Shubarkol coals. Within the framework of the set problem on determination of optimal reagent-plasticizer, the experimental setting is worked out. As reagent-plasticizer were applied fuel oil, gelatin, sodium humate. Studied the process of enrichment of coal slimes Shubarkol field, it is shown that the best results were obtained with the use of sodium humate. The application of humate sodium as the plasticizing agent allows to create water-coal suspension with dimensioned structure, not stratifying during long time.

#### References

- 1 Wilson K.L. *Coal — a Bridge to the future*, Moscow: Nedra, 1985.
- 2 Papin A.V. *Young scientists of Kuzbass: Conf. Proc.*, Kemerovo, 2003, p. 257, 258.
- 3 Yutkin L.A. *Electrohydraulic effect and its application in industry*, Leningrad: Mashinostroenie, 1986, 253 p.