

ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

УДК 622.648.24

А.В. Папин, Г.А. Солодов, А.Н. Заостровский, М.С. Клейн, Т.А. Папина

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ ПРИ МОКРЫМ ДИСПЕРГИРОВАНИИ УГОЛЬНЫХ ШЛАМОВ, ОБОГАЩЁННЫХ МЕТОДОМ МАСЛЯНОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Технологические свойства ископаемых углей, применяемых при получении водоугольного топлива (ВУТ), в значительной мере определяются их надмолекулярной структурой, а также состоянием поверхностных ионогенных групп, ответственных за энергетическое состояние угольной поверхности при ее взаимодействии с окружающей средой. Контакт угля с водой и реагентом – пластификатором при мокром помоле приводит к существенным изменениям поверхностных свойств углей. Интенсивные физико-химические, ионообменные процессы, сопровождающиеся образованием на

угольной поверхности двойного электрического слоя ионов, фактически приводят к усилинию взаимодействия угольной фазы суспензии с водой [1].

Негативной особенностью ВУТ является наличие инертной среды – воды, понижающей его качественные характеристики. Полностью компенсировать влияние воды на качество ВУТ не возможно, однако частично снизить это влияние можно путем выбора наиболее оптимального исходного угля. Исходный уголь должен обладать высокой теплотой сгорания, повышенным содержанием летучих веществ, большое содержание углерода. Высокая теплота сго-

рания повышает значение низшей теплоты сгорания ВУТ. Большое содержание летучих веществ и углерода делает водоугольное топливо высокореакционным для преодоления негативного воздействия влаги, что в конечном итоге оказывается на стабильности горения.

Применение антрацитов – углей (угольных шламов) с высокой теплотой сгорания мало-пригодно из-за невысокого содержания летучих веществ. С другой стороны применение углей низкой стадии метаморфизма, имеющих высокое содержание летучих веществ и высокую реакционную способность, также практически не

Технический и элементный анализ исходных угольных шламов

Таблица 1

Вид анализа	Наименование показателя	Шлам марки Д	Шлам марки СС	Шлам марки Г
Технический анализ	Влага аналитическая, W ^a , % Зольность, A ^d , % Высшая теплота сгорания, Q _s ^{daf} , ккал/кг Выход летучих веществ, V ^{daf}	5,5 20,0 7450 39,8	3,6 18,5 7250 30,0	25 19,0 8150 39,5
Элементный состав, %	Углерод, C ^{daf} Водород, H ^{daf} Азот, N ^{daf} Сера, S _t ^d Кислород, O ^a	76,4 4,9 2,4 0,6 16,3	79,5 5,2 2,0 0,6 12,7	82,5 5,8 2,9 0,6 8,1
Химический состав золы, %	SiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ CaO MgO TiO ₂ MnO ₂ SO ₃ Na ₂ O+K ₂ O P ₂ O ₅	49,5 16,7 12,8 7,3 1,9 0,6 4,0 ---- ---- 0,12	46,5 16,0 14,0 6,8 2,0 0,4 2,0 10,0 ---- 0,6	45,5 16,1 3,7 15,0 2,8 0,2 0,01 12,0 ---- 0,7

применяются для приготовления ВУТ из-за невысокой теплоты сгорания. Существующие методы применения этих углей для технологии ВУТ (термическая, гидротермическая, барометрическая и др.) существенно дороги из-за их сложности и высокой энергоемкости и в настоящей работе не рассматриваются.

Указанным требованиям могут удовлетворять угли и угольные шламы марок Д, Г и СС Кузбасского бассейна. Запасы этих углей весьма велики, кроме того в гидроотвалах и шламоотстойниках сосредоточено большое количество тонкодисперсных угольных шламов этих марок, применение которых в качестве исходного сырья для приготовления ВУТ позволит получить высокий экономический и экологический эффекты [2].

Для возможности исследования процессов протекающих при мокром помоле угольных шламов для получения ВУТ были взяты образцы угольных шламов марок Д (ш. Инская), Г (ш. Комсомолец) и СС (ш. Тырганская). Технический и элементный анализ исходных углей приведен в табл. 1.

В свою очередь, современные технологии производства и использования ВУТ ориентированы под конкретные котлы и печи, при этом, обязательным условием экономической и экологической эффективности, предъявляемым к ВУТ, является глубокая деминерализация угля [1-3].

Минимально возможная зольность исходного угля обеспечит, прежде всего, повышение теплотворной способности ВУТ, снижение вредных выбросов в атмосферу, сокращение объемов золо- и шлакоудаления, уменьшается износ и вследствие этого увеличивается срок службы переводимых на водоугольное топливо котлоэнергоагрегатов [4].

При исследовании распределения зольности по классам в

исходных угольных шламах были получены данные, подтверждающие зависимость перехода зольности углей в более мелкие классы. В связи с этим был выбран метод обогащения угольных шламов – масляная агломерация, т.к. другие методы обогащения (флотация, гравитационное обогащение и др.) не позволяют получать приемлемый угольный концентрат из-за не высокой селективности этих процессов при обогащении мелких классов [5].

сохраняются условия для возможной утилизации минеральной части отходов в качестве компонента строительного материала.

Сущность процессов приготовления ВУТ заключается в измельчении угольных частиц, обогащенных методом масляной агломерации, одновременно со смешиванием их с водой и реагентом-пластификатором в шаровой мельнице.

Подготовленные угольные шламы направлялись на одно-

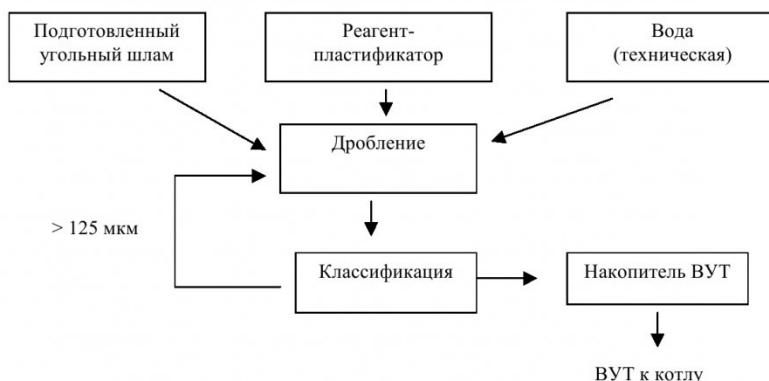


Рис. 1. Принципиальная схема получения водоугольного топлива на основе угольных шламов

В качестве связующего реагента использовался топочный мазут. Расход связующего был определен потребностью для формирования агломерированного концентрата с минимально возможной зольностью. Зольность полученных концентратов составила 5-7 %. Выход угольной составляющей в концентрат 80-85 %. Зольность отходов составляла $A^d=75-80$ %. При этом

стадийный мокрый помол в лабораторную шаровую мельницу в присутствии реагента-пластификатора. В качестве реагента-пластификатора использовался гумат натрия полученный из бурого угля. Реагент-пластификатор добавлялся в шаровую мельницу в количестве 1,0 % к массе сухого угольного шлама.

Приготовление ВУТ из

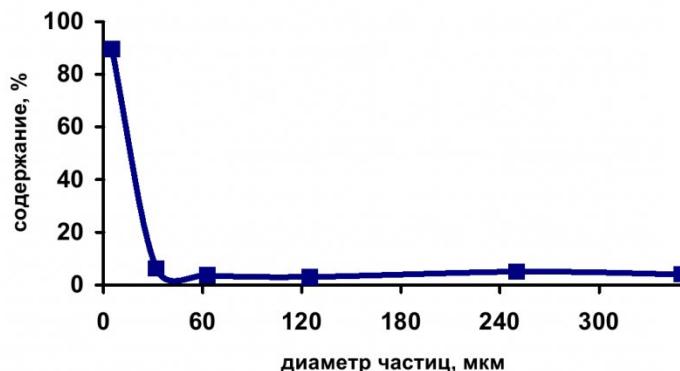


Рис. 2. Зависимость распределения крупности частиц угля в ВУТ

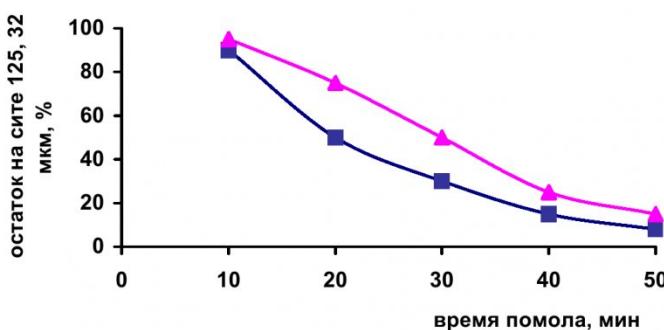


Рис. 3. Кинетика мокрого помола частиц угля в зависимости от длительности диспергирования в шаровой мельнице: 1-125 мкм; 2-32 мкм

угольных шламов в лабораторных условиях осуществлялось по следующей схеме (рис. 1).

Через заданные промежутки времени производился отбор проб, в которых определялся гранулометрический состав путем мокрого рассева на ситах 32, 63, 125, 250, 500 мкм и зольность угольных частиц. В табл. 2 приведено процентное содержание фракций угля в ВУТ.

На рис. 2 представлена графическая зависимость распределения крупности частиц угля в ВУТ.

На рис. 3 представлена кинетика мокрого помола частиц угля (изменение остатка на сите 125 и 32 мкм в зависимости от длительности диспергирования) в шаровой мельнице.

Анализ полученных результатов показывает, что скорость диспергирования в начальный период дробления для крупных классов выше, чем для более мелких. Следовательно, на ско-

Таблица 2
Процентное содержание фракций угля в ВУТ

Класс угля, мкм	Содержание, %
500	0,46
250	0,07
125	0,03
63	3,64
32	6,23
<32	89,57
Концентрация угля в суспензиях, %	62,0

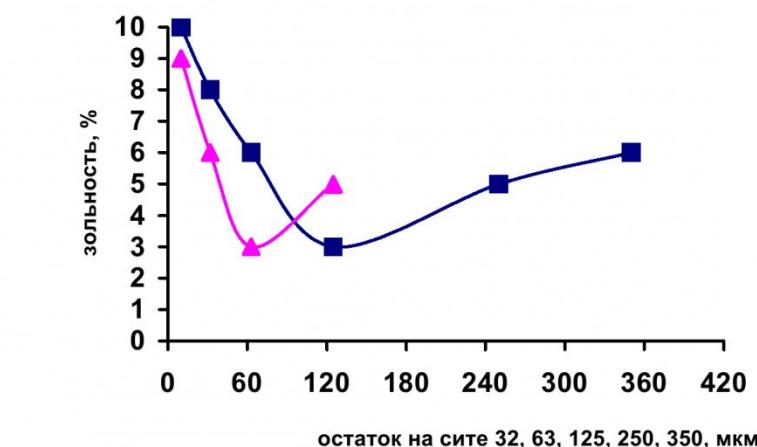


Рис. 4. Распределение зольности по крупности угольных частиц: 1 – подготовленный угольный шлам ($A^d = 5,0\%$); 2 – уголь после мокрого диспергирования ($A^d = 5,0\%$)

рость измельчения (особенно в начальный период) существенное влияние оказывает крупность исходного угля. Далее, в процессе дробления это влияние уменьшается, причем для более крупного класса быстрее, чем для более мелкого. Отсюда, было весьма интересным проследить зависимость кинетики мокрого измельчения от зольности исходных угольных концентратов, определяемую свойствами минеральных компонентов угля (табл. 1), состоящих практически на 80 % из размываемой глинистой породы.

Результаты анализа показали (рис. 4), что промежуточные классы в подготовленных угольных шламах обладают наименьшей зольностью. Ука-

занная зависимость сохраняется и в процессе их мокрого диспергирования, однако различие в зольности верхних и промежуточных классов заметно уменьшается, а промежуточных и наиболее тонких классов остается практически неизменной. Данная закономерность распределения минеральной части угля по классам крупности обусловлена тем, что при мокром измельчении в присутствии реагента-пластификатора, раздробление угольных частиц происходит по наиболее слабым зонам между органической и ми-

неральной составляющими угля. Так как размер минеральных частиц очень мал, а также легко размокает, происходит отделение породных частиц от крупных и в наибольшей степени средних классов переходящих в тонкие классы дисперской фазы.

Существенное влияние на дробление оказывает скорость вращения барабана мельницы (рис. 5).

При увеличении скорости вращения происходит более быстрый размол крупных и средних классов (особенно в начальный период), тогда как на более мелкие классы данная закономерность практически не распространяется.

В свою очередь, ИК – спек-

тры показывают, что в процессе измельчения в жидких средах углей происходит преобразование углерод - кислородных связей.

Так, изменяется в сторону увеличения интенсивность полос поглощения, которые характерны для спиртовых групп и фенольных гидроксилов. Уменьшается содержание кислородсодержащих групп карбоновых кислот, циклических ароматических простых эфиров, уменьшается степень замещения ароматического водорода. Эти данные подтверждают и химические методы анализа функциональных групп. После мокрого помола изменяется растворимость углей в органических растворителях [1].

С целью исследования изменения растворимости в щелочной среде проведено измельчение (30 мин) в 10 % -ном растворе едкого натра. Применение 10 %-ного раствора щелочи позволило выделить 3,2 %

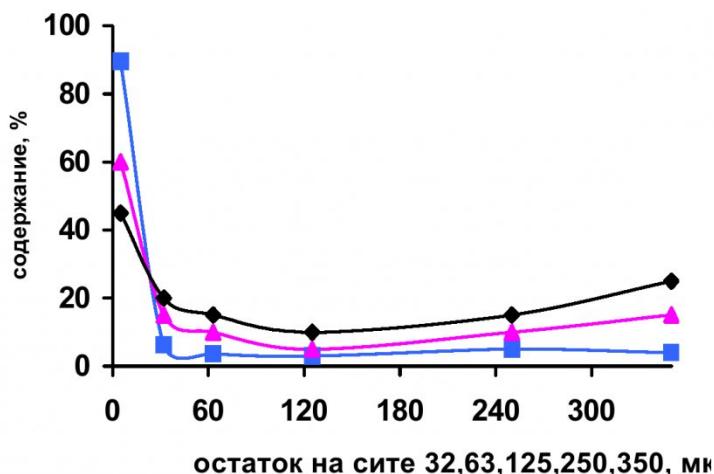


Рис. 5. Влияние скорости вращения барабана шаровой мельницы на мокрое диспергирование угольных шламов (период диспергирования 20 минут): 1 – 20 об./мин; 2 – 30 об./мин; 3 – 45 об./мин.

растворимых продуктов из газового и 55 % из бурого угля. Эти данные заслуживают внимания, если учесть, что из исходного газового угля при нагревании с щелочными растворами практически не удается выделить растворимых продуктов, а из ис-

ходного бурого угля выделяется около 35 %.

Полученные данные исследований свидетельствуют о протекании процессов физико-химической деструкции углей при измельчении в жидких средах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дягтеренко Т.Д., Завгородний В.А., Макаров А.С., Борук С.Д. // Химия твёрдого топлива. 1990. № 1. С. 92-97.
2. Мурко В.И., Заостровский А.Н. Выбор углей для приготовления водоугольных суспензий и закономерности формирования их структурно-реологических характеристик // Вестн. КузГТУ. 2001. № 5. С. 49 - 54.
3. Зайденварг В.Е., Трубецкой К.Н., Мурко В.И., Нехороший И.Х. Производство водоугольного топлива. –М.: Издательство Академии горных наук, 2001. 176 с.
4. Мурко В.И., Заостровский А.Н., Клейн М.С., Папина Т.А. Повышение качества угля для приготовления водоугольного топлива // Труды Междунар. научно-практической конф.: “Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности”, Кемерово, 2002. – С. 84-85.
5. Мурко В.И., Заостровский А.Н., А.В. Папин, Г.А. Солодов, Клейн М.С., Папина Т.А. Обогащение тонкодисперсных шламов методом масляной агломерации // Труды Междунар. научно-практ. конф.: “Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности”, Кемерово, 2003. – С. 123-125.

□ Авторы статьи:

Папин Андрей Владимирович - мл. науч. сотр. Ин- ститута угля и угле- химии СО РАН (ИУУ СО РАН)	Соловов Геннадий Афанасьевич - докт. техн. наук, проф., зав. каф.хими- ческой технологии твёрдого топлива и экологии	Заостровский Анатолий Николаевич - канд. техн. наук, ст. науч. сотр. лаб. каталитических про- цессов в углехимии ИУУ СО РАН, доц. каф. химической технологии твёрдого топлива и экологии	Клейн Михаил Симхович - канд. техн. наук, доц. каф. обогаще- ния полезных иско- паемых	Папина Татьяна Александровна - аспирант ИУУ СО РАН
--	---	--	--	--