

температуры максимума основного разложения, некотором снижении скорости основного разложения, и увеличении вы-

хода карбонизированного углеродного остатка, который в дальнейшем может быть использован в качестве основы

для приготовления углеродных адсорбентов различного назначения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хренкова Т.М. Механохимическая активация углей. –М.:Недра, 1993.176 с.
2. Полубенцев А.В., Пройдаков А.Г., Кузнецова Л.А., Каницкая Л.В., Чебунина Т.В. Влияние механоактивации на состав продуктов экстракции бурых углей различных месторождений// Химия твердого топлива, 1992.№2. С. 24-27.
3. Гирина Л.В., Лукьяненко Л.В., Аммосова Я.М., Думбай И.Н., Стригицкий В.П., Селецкий Г.И. Изменение физико-химических свойств бурого угля при механических воздействиях различного характера// Химия твердого топлива, 1991. №5. С. 37-42.
4. Хренкова Т.М., Кирда В.С., Антонова В.М. Деструктивные превращения при механическом воздействии на остаточный уголь// Химия твердого топлива, 1991. №5. С. 17-20.
5. Сороко Т.И., Дмитриева В.И. Изменение физико-химических характеристик угля под воздействием упругих деформаций// Химия твердого топлива, 1985. №3. С. 11-16.
6. Баранов С.Н., Самойленко Г.В., Неронин Н.К., Черный Ю.Ф. Изменение физико-химических свойств каменных углей при воздействии высоких давлений// Деструкция и окисление ископаемых углей: Сб. науч. тр. Киев, Наук. думка, 1979. С. 45-55.
7. Неронин Н.К. Исследование воздействия давления на ископаемые угли и перспективы использования результатов в народном хозяйстве // Химия и переработка угля: Сб. науч. тр. Киев: Наук. думка, 1987. С. 77-87.
8. Патраков Ю.Ф., Федорова Н.И., Денисов С.В. Неизотермическое растворение механоактивированных липтинитового и витринитового углей буруугольной стадии // Химия твердого топлива, 2001. №2. С. 56-61.

□ Авторы статьи:

Федорова
Наталья Ивановна
- канд.хим.наук, с.н.с. (Институт угля и
углемеханики СО РАН, г. Кемерово)

Патраков
Юрий Федорович
- канд. техн.наук, зав. лаб. химии и химиче-
ской технологии угля(Институт угля и угле-
химии СО РАН, г. Кемерово)

УДК 622.648.24

Г.А. Солодов, А.Н. Заостровский, А.В. Папин, Т.А. Папина

СТАБИЛИЗАЦИЯ ВОДОУГОЛЬНЫХ СУСПЕНЗИЙ ОРГАНИЧЕСКИМИ РЕАГЕНТАМИ

В связи с возрастающими требованиями к защите окружающей среды возникают проблемы транспортирования и использования угля с целью получения энергии. В связи с этим привлекает внимание новый вид суспензионного топлива из угля – водоугольное топливо (ВУТ), которое является смесью тонкоизмельченного угля с водой (водоугольная суспензия) [1].

Создание устойчивых водоугольных суспензий (ВУС) является одной из важных задач стоящей перед исследователями. Устойчивость суспензий

зависит от многих факторов, таких, как дисперсность угольных частиц, их окисленность, характер взаимодействия частиц дисперсной фазы и дисперсионной среды, сольватация и т.д. Улучшить свойства ВУС и передать им большую устойчивость можно путем введения в систему стабилизирующих добавок – реагентов–пластификаторов, действие которых связано с образованием адсорбционных слоев на поверхности твердой фазы. Сольватные слои, образующиеся при адсорбции стабилизатора, препятствуют слипанию и агрегированию частиц,

т.е. способствуют их седиментационной устойчивости [2, 3].

Создание оптимальных угольных суспензий связано с поиском универсальных реагентов или их композиций, которые одновременно выполняли бы функции реагента, ингибитора, разжижителя и стабилизатора.

С целью подбора наиболее эффективных стабилизаторов водоугольных суспензий, в данной работе было изучено влияние следующих реагентов: желатина, карбоксиметилцеллюзы (КМЦ), лигносульфоната (ЛСТ), гумата натрия.

Для выбора технически возможных и экономически оправданных технологий гуматы натрия получали из верхового торфа, бурого и окисленного в пластах каменного угля Кузнецкого бассейна. Наиболее эффективной оказалась технология получения гуматов натрия из торфа.

Как известно, в качестве разжижителей суспензий применяют такие реагенты, как НФК, С-3, КБМ, NH₄CL. Заметного влияния на устойчивость ВУС эти добавки не оказывают как в чистом виде, так и в композициях с используемыми на ми экспериментальными реагентами [4].

Водоугольные суспензии были приготовлены из угольного шлама марки "Г" шахты "Комсомолец" (г. Ленинск – Кузнецкий). Технический и элементный анализ шлама приведен в табл.1.

Поскольку угольные шламы содержат повышенное количество минеральных примесей, то необходимым условием использования их в водоугольных суспензиях является снижение минеральной составляющей.

С этой целью сконструирована установка каскадного типа с гравитационным градиентом, позволяющая проводить сгущение водоугольных шламов с одновременным снижением минеральной составляющей на предварительной стадии их обработки. За один цикл пропускания данного шлама с исходной зольностью 19% на выходе каскадной установки получали зольность 10-12%, что вполне допустимо для приготовления водоугольного топлива [5].

Подготовленный шлам направляли на мокрый помол в присутствии реагента – пластификатора суспензии и затем подвергали классификации. Измельчение производили в шаровой мельнице. Число оборотов мельницы 46 об./мин. Время измельчения составляло 30 мин. Далее определяли гранулометрический состав водоугольных

Таблица 1
Результаты технического и элементного анализа исходного угольного шлама

Вид анализа	Наименование показателя, компонента	Значение
Технический анализ	Влага аналитическая, W ^a , % Зольность, A ^d , % Сера, S _t ^d Выход летучих, V ^{daf} , % Характер нелетучего остатка	25 19 0,62 39,5 порошок
Высшая теплота сгорания	Q _s ^{daf} , ккал/кг	8153
Элементный состав органической массы, daf, %	Углерод, C Водород, H Азот, N Сера, S Кислород, O	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 P ₂ O ₅	45,5 16,1 3,7 15,0 2,8 0,2 0,01 12,0 0,7
Коэффициент размолюспособности угля, ед.	K _{л.о.}	55

суспензий методом мокрого рассева. В таблице представлено процентное содержание фракций угля в ВУС.

Предварительно были проделаны эксперименты по изучению влияния механического воздействия (мокрого помола) на физико-химические свойства шлама. ИК - спектры показывают, что в процессе измельчения в жидкой среде (вода) шлама 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 свидетельствуют о протекании при измельчении в жидкой среде процессов физико-химической деструкции.

Технологические свойства шламов, применяемых при получении водоугольных суспен-

Таблица 2
Процентное содержание фракций угля в ВУС

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

зий, в значительной мере определяется их надмолекулярной структурой, а также состоянием поверхности 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 ионообменные процессы, сопровождающиеся образованием на угольной поверхности двойного электрического слоя ионов, фактически приводят к усилению взаимодействия угольной фазы супензии с водой [6].

Исследованиями установлено, что эффективность разжижающего и стабилизирующего действия реагентов – пластификаторов на высококонцентрированные водоугольные супензии связана с адсорбцией реагента на поверхности частиц твердой фазы. Величина адсорбции, а также характер взаимодействия адсорбент – адсорбат зависят в первую очередь, от природы поверхности частиц дисперсной фазы. Поверхность раздела углеродный адсорбент – водный раствор по существу является модельной гидрофобной поверхностью при изучении адсорбции реагентов.

О стабильности водоугольных супензий судили по высоте слоя осаждающейся дисперсной фазы и изменении технологических характеристик с течением времени. Снижение высоты слоя твердой фазы свидетельствовало о дестабилизации дисперсной системы, что вело к постепенному осаждению и сгущению угольных частиц.

Экспериментальные данные показали, что максимальной устойчивостью обладали ВУС с добавкой желатина 0,5% к весу угля. Однако изучение реологических свойств ВУС с этой добавкой показало высокую вязкость. Поэтому дальнейшие исследования сданным реаген-

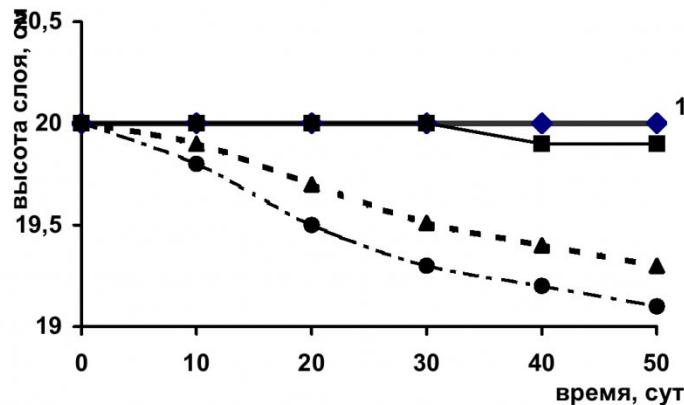


Рис. 1. Зависимость высоты осадка дисперсной фазы от времени

том были не целесообразны. Эффективное стабилизирующее действие на устойчивость ВУС оказывают добавки КМЦ (от 0,5 до 2% к весу угля). Следует отметить, что супензии в присутствии добавок КМЦ обладают и хорошей текучестью. Супензии с добавкой лигносульфоната (от 1-2% к весу угля) обладали стабильностью в течение длительного времени, однако при уменьшении содержания лигносульфоната менее 1% к весу угля, происходило заметное снижение стабильности супензий. Применение в качестве стабилизатора гуминового препарата (гумата натрия) позволило получить стабильную водоугольную супензию с практически не изменяющимися во времени реологическими характеристиками. Стабиль-

ность водоугольных супензий была максимальной при использовании от 1 до 2% гумата натрия к массе угля и концентрации гуматов натрия 10 г/л. Добавление больше 2% гуматов натрия существенного влияния на стабильность не оказывало, а разжижающий эффект возрастал. На рис.1. представлены графические зависимости высоты осадка дисперсной фазы от времени для ВУС: 1 - с добавкой желатина; 2 - гумата натрия; 3 - КМЦ; 4 - ЛСТ.

Вязкость измеряли на ротационном вискозиметре "Реотест-2". На рис. 2 приведены графические зависимости вязкости водоугольных супензий от скорости сдвига: 1- супензии с добавкой желатина; 2- гумата натрия; 3- ЛСТ; 4- КМЦ.

После весьма длительного

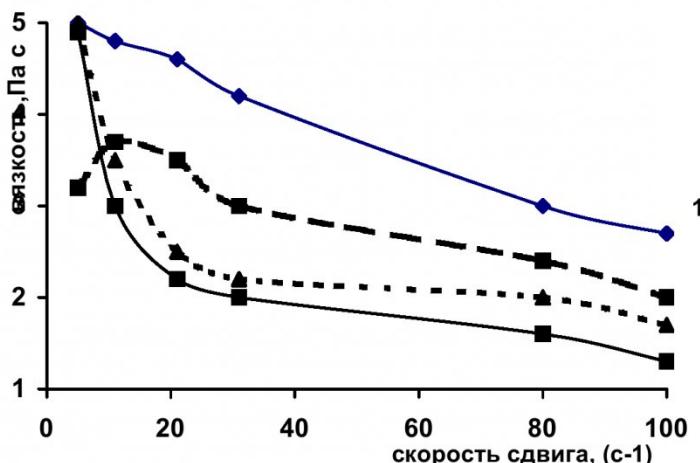


Рис. 2. Зависимость вязкости водоугольных супензий от скорости сдвига

хранения (более 30 дней) водоугольные сусpenзии постепенно сжимались с образованием рыхлых осадков, выделяя жидкую фазу, содержащуюся в их структуре. Предположительно, это результат коагуляционной перегруппировки частиц, число контактов которых очевидно увеличивается, что и приводит к сжатию водоугольных сусpenзий и "выжиманию" из них дисперсионной среды. При применении механического воздействия (перемешивания) происходило восстановление первоначальной структуры сусpenзий. Повторные эксперименты анализа стабильности этих сусpenзий показали, что стабильность в сусpenзиях с добавками ЛСТ и КМЦ снизилась. Тогда как, в водоугольных сусpenзиях с добавкой гумата натрия ее значения остались неизменными. На рис. 3. представлены графические зависимости высоты осадка дисперсной фазы от времени для ВУС (после перемешивания): 1- с добавкой гумата натрия; 2- КМЦ; 3- ЛСТ.

В определенной степени водоугольные сусpenзии, приго-

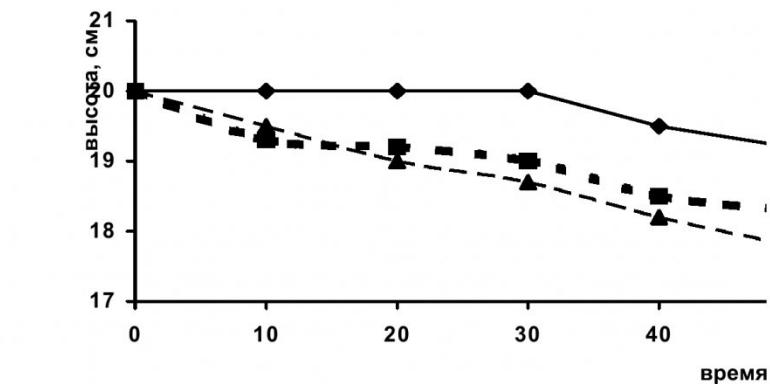


Рис. 3. Зависимость высоты осадка дисперсной фазы от времени

твленные с добавкой гумата натрия, сохраняют существовавшую при их образовании внутреннюю структуру. Таким образом, механизм структурообразования данных водоугольных сусpenзий отличен от сусpenзий приготовленных с другими добавками. Вероятно, это объясняется наличием более плотных адсорбционных слоев гуматов на мелких частицах угля, что обусловливает их отталкивание и препятствует агрегации; частицы как бы скользят одна по другой и занимают наиболее выгодное положение,

рактеризующееся минимальной потенциальной энергией.

Графическая зависимость вязкости от скорости сдвига показывает, что водоугольные сусpenзии с добавкой реагента гумата натрия имеют свойства тиксотропных жидкостей [7].

Следовательно, эти водоугольные сусpenзии являются структурированными тиксотропными системами. Вследствие этого достигаются оптимальные стабилизационные характеристики качества данных водоугольных сусpenзий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мурко В.И. // Химия твердого топлива. 2001. № 2. С. 62-72.
2. Круглицкий Н.Н. Основы физико-химической механики. -Киев.: Выща школа, 1975. Т. 1. 268 с.
3. Круглицкий Н.Н., Круглицкая В.Я. Дисперсные структуры в органических и кремнийорганических средах. -Киев.: Наукова думка, 1981. 316 с.
4. Ищенко А.В., Басенкова В.Л., Зубкова Ю.Н. // Химия твердого топлива. 1990. № 1. С. 88-91.
5. Папин А.В. Угольные шламы – потенциальные ресурсы Кузбасса// Матер. Межрегиональной научно-практической конф. "Финансово-экономическая самодостаточность регионов", Кемерово, 2003. - С. 214.
6. Дягтеренко Т.Д., Завгородний В.А., Макаров А.С., Борук С.Д. // Химия твердого топлива. 1990. № 1. С. 92-97.
7. Зайденварг В.Е., Трубецкой К.Н., Мурко В.И., Нехороший И.Х. Производство водоугольного топлива. -М.: Издательство Академии горных наук, 2001. 176 с.

□ Авторы статьи:

Солодов Геннадий Афанасьевич - докт. техн. наук, проф., зав. каф.химической тех- нологии твёрдого топлива и экологии	Заостровский Анатолий Николаевич - канд. техн. наук, доц. каф. химической техноло- гии твёрдого топлива и экологии, ст. науч. сотр. Института угля и углехи- мии СО РАН (г.Кемерово)	Папин Андрей Владимирович - вед. инж. Института угля и углехимии СО РАН (г.Кемерово)	Папина Татьяна Александровна - аспирант Института угля и углехимии СО РАН (г.Кемерово)
---	---	--	--