

У всех исследуемых расплавов при использовании фильеры диаметром 4 мм отмечен довольно значительный $t_{\text{ивв}}$ (таблица 3). Однако, к тонким, согласно классификации [1], можно отнести только волокна, полученные из расплава вариолита. При скорости вытяжки V 5 м/мин в широком температурном диапазоне из расплавов формируются грубые волокна диаметром свыше 50 мкм. На промышленной установке с индукционным способом плавления горных пород в водоохлаждаемом тигле и акустическим раздувом расплава сжатым воздухом были получены мелкообъемные партии минеральной (базальтовой) ваты, удовлетворяющей требованиям ГОСТ 4640-2011 для марок ВМТ (тонкое волокно) и ВМСТ (супертонкое волокно).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Совокупность полученных в ходе лабораторных исследований данных и результатов промышленных испытаний показывают возможность переработки горных пород Кавказского региона в штапельные супертонкие и

тонкие волокна, а также непрерывные грубые, но малый температурный интервал выработки не позволяет рекомендовать их для промышленного производства тонких непрерывных волокон.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джигирис Д.Д. Основы производства базальтовых волокон и изделий / Д.Д. Джигирис, М.Ф. Махова. – М.: Теплоэнергетик, 2002. – 412 с.
2. ТУ 07508902-140-94. Сырье из горных пород для производства штапельных волокон. Технические условия. – Бийск, 1994. – 10 с.
3. ТУ 5717-041-10018691-2011. Сырье из горных пород для производства непрерывного волокна. Технические условия. – Бийск, 2011. – 13 с.
4. Дубровский В.А., Рычко В.А., Бачило Т.М., Лысюк А.Г. Базальтовые расплавы для формования штапельного волокна // Стекло и керамика. – 1968. – № 12. – С. 18–20.
5. Джигирис Д.Д., Махова М.Ф., Горобинская В.Д., Бомбырь Л.Н. Базальтовое непрерывное волокно // Стекло и керамика. – 1983. – № 9. – С. 14–16.

УДК 622.648.24

ПЕРЕРАБОТКА УГОЛЬНЫХ ШЛАМОВ В СЫРЬЕ ДЛЯ КОГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ

А.В. Неведров, А.В. Папин

Исследованы качественные характеристики угольных шламов. Проведены экспериментальные исследования по их обогащению методом масляной агломерации. Определены качественные характеристики угольных концентратов, полученных из угольных шламов.

Ключевые слова: угольный шлам, угольный концентрат, масляная агломерация, обогащение, зольность, когенерационные устройства.

Современный этап развития энергетики характеризуется переходом к увеличению вклада децентрализованных систем энергообеспечения, позволяющих одновременно вырабатывать электрическую и тепловую энергию с высоким общим КПД, достигающим 85–90 %. В связи с истощением запасов органического топлива особое значение имеют разработки, в которых в качестве топлива используется органическое сырье, получаемое из производственных отходов. Планируемый рост использования биомассы и отходов производства, содержащих органическое сырье, в различных областях народного хозяйства страны вызван необходимостью повышения экономической эффективности выработки электрической и тепловой энергии в

условиях постоянного роста цен на традиционные виды топлива.

Одним из возможных направлений решения этой задачи является газификация органического сырья с получением газообразного энергоносителя и его использование в эффективных когенеративных системах, вырабатывающих одновременно электрическую и тепловую энергию.

Наиболее эффективным сырьем для процесса газификации является уголь.

По добыче угля Россия наряду с США и КНР занимает одно из первых мест в мире. С ростом добычи непрерывно растет абсолютная масса углей, направляемых на обогащение.

Непрерывный рост объёма обогащаемых углей обусловлен требованиями повышения их качества, предопределяющих экономическую эффективность использования углей. Вместе с тем, вследствие ухудшения горно-геологических условий добычи углей, широкой механизации производства и других причин, их качественная характеристика по зольности, гранулометрическому составу, влажности и сернистости ухудшается. В связи с этим, угольным предприятиям требуется подвергать обогащению практически весь добываемый уголь. Соответственно, значительно увеличивается количество шламовых вод и угольных шламов в отстойниках и шламонакопителях.

На обогатительных фабриках Кузбасса флотацией обогащается в год порядка 6 млн.т шлама, из которого образуется 1–1,2 млн.т флотохвостов с зольностью 30–75 %. Из-за плохой флотуемости крупнозернистых шламов более 0,5 мм, которые содержатся в питании флотомашин, часть их теряется, попадая в флотохвосты. Потери угля (в том числе и ценных коксующихся марок угля) в флотохвостах с условной зольностью 30 % на предприятиях Кузбасса составляют порядка 300–350 тыс. т в год.

Перевод угольных шламов в технологически приемлемое сырье позволит не только улучшить экологическую обстановку в регионе, но и получить существенный экономический эффект.

Основной проблемой, ограничивающей использование угольных шламов для газификации, энергетики, коксохимических производств и других целей является их высокая зольность.

Известен ряд методов глубокой деминерализации угля. Это, прежде всего, химическое извлечение минеральных компонентов последовательным действием кислот и щелочей при автоклавировании угольной суспензии. Другой метод – также последовательное извлечение кислотами и щелочами, но при спекании тонкоизмельченного угля со специально подобранными солями и щелочами. Однако эти процессы являются весьма сложными и дорогостоящими. Единственный, широко применяемый для селективного разделения тонких классов угля (-100 мкм), флотационный метод обогащения не всегда обеспечивает получение желаемых результатов, что связано с недостаточной эффективностью разделения тонких частиц при флотации, а также сложностью и высокой стоимостью обезвоживания и сушки флотационного концентрата. Отсюда – представ-

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 1 2013

ляется перспективным применять метод масляной агломерации, основанный на различной смачиваемости жидкими углеводородами угольных и породных частиц в воде. При этом, в результате турбулизации пульпы происходит селективное образование углемасляных агрегатов, которые уплотняются, структурно преобразуясь в прочные гранулы сферической формы[1].

К основным достоинствам процесса масляной агломерации можно отнести высокую селективность при разделении частиц менее 100 мкм, широкий диапазон зольности обогащаемого угля, возможность вести процесс при плотности пульпы до 600 г/л, дополнительное обезвоживание концентрата вытеснением воды маслом при образовании углемасляных гранул. Все это позволяет считать масляную агломерацию весьма перспективной при обогащении углей и угольных шламов тонких классов[2].

Для исследования процесса переработки угольных шламов Кузнецкого бассейна в угольные концентраты были выбраны шламы средней зольности углей марок К (ЦОФ «Березовская») и Г (ОАО шахта «Заречная»), так как известно, что увеличение зольности влечет за собой повышение затрат на ее удаление. Кроме того, запасы этих углей весьма велики. В гидроотвалах и отстойниках сосредоточено большое количество тонкодисперсных угольных шламов этих марок, применение которых в качестве исходного сырья для газификации, энергетики, коксования позволит получить высокий экономический и экологический эффекты.

В табл.1 приведена характеристика исходных угольных шламов.

Таблица 1 -Технический анализ исходных угольных шламов

Наименование показателя	Шлам угля марки К	Шлам угля марки Г
Влага аналитическая, W^a , %	1,44	1,35
Зольность, A^d , %	34,5	38,0
Высшая теплота сгорания, Q_b^t , кДж/кг	35500	34250
Выход летучих веществ, V_t^{daf} , %	27,85	40,85

Изначально угольные шламы представляли собой водные суспензии с концентрацией твердой фазы приблизительно 100-150 г/л. Поэтому первоначальным этапом подготовки (перед обогащением) угольных шламов является их сгущение[3].

Сгущение производилось на экспериментальном сгустителе. Исходный угольный шлам с размером частиц (0-1000 мкм) поступал в приемную емкость, оснащенную спиральной мешалкой, где происходило перемешивание шлама и крупного размера частицы (0-1000 мкм) быстро осаждались при помощи центробежной силы, и при этом быстро осажении захватывали частицы среднего и мелкого размера (0-125 мкм). Таким образом, в нижней части отстойника происходило интенсивное сгущение шлама. Отделенная вода выводилась через отвод расположенный в верхней части емкости и направлялась на подготовку к дальнейшему использованию в качестве технической.

Полученная водно-угольная суспензия имела 56–60 мас.% твердой фазы, т.е. с концентрацией около 600 г/л, и далее подвергалась обогащению по методу масляной агломерации.

Для получения глубоко обогащенных угольных концентратов угольные шламы были обогащены на экспериментальной установке, основанной на методе масляной агломерации.

Принципиальная схема установки обогащения углей методом масляной агломерации представляла собой ёмкость квадратного сечения, в которую наливалась вода объемом 850 мл, загружался уголь массой 200 г. В течение 1–2 мин. происходило интенсивное смешивание угля и воды при помощи стандартной мешалки турбинного типа, соединенной с двигателем. Во избежание образования «воронки», снижающей интенсивность перемешивания, в ёмкости были установлены специальные преградители. Затем добавляли отработанное машинное масло в количестве 30 мл и перемешивали еще в течение 5–8 мин. Регулирование интенсивности процесса перемешивания осуществлялось при помощи пульта управления.

Важнейшим вопросом является выбор связующего реагента, во многом определяющего себестоимость процесса. В качестве связующего возможно использование топочного мазута, термогазойля, химических продуктов улавливания коксохимического производства (поглотительное и антраценовое масла, полимеры бензольного отделения, кислая смола), дизельное топливо, машинные масла и т.д.

С целью определения наиболее эффективного реагента были проведены предварительные эксперименты обогащения угольных шламов отработанным эксгаустерным маслом, топочным мазутом, газойлем. Экспериментальные данные представлены в табл.2.

Таблица 2 - Обогащение угольного шлама марки К и Г различными реагентами

Название реагента	A ^a , %	W ^a , %	V ^{нар} , %	Q _s ^r , ккал/кг
Отработанное эксгаустерное масло	5,4-9,0	8,5-10,5	25-28	8150-8600
Топочный мазут	5,0-6,0	16,7-18,5	38,0-42,0	8200-8500
Газойль	6,5-7,5	16,2-18,0	35,5-37,5	7900-8050

Из данных таблицы видно, что наиболее приемлемым реагентом из использованных (по показаниям содержания зольности и теплоты сгорания) является отработанное машинное масло с эксгаустеров коксохимических производств. Повышение теплоты сгорания объясняется тем, что реагент, присутствующий в угольном концентрате способствует повышению значений его теплоты сгорания.

Таким образом, результаты обогащения угольных шламов методом масляной агломерации показали, что данный метод позволяет получать низзолельные угольные концентраты, которые возможно использовать в качестве сырья для процесса газификации, с целью получения газообразного энергоносителя и его использование в эффективных когенеративных системах, вырабатывающих одновременно электрическую и тепловую энергию.

Кроме того, переработка угольных шламов в сырье для когенерационных устройств и других технологических процессов позволит улучшить экологическую ситуацию в угледобывающих регионах и повысить экономическую эффективность предприятий угольной отрасли.

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение 14.В37.21.0139.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клейн М. С. Кинетическая модель процесса масляной агломерации // Вестник Кузбасс. гос. техн. ун-та. 2003. № 6. С.74-80.
2. Папин А. В., Жбырь Е. В., Неведров А. В., Солодов В. С. Разработка нового метода обогащения минералов на основе масляной агломерации // Химическая промышленность сегодня. 2009. № 1. С. 36-39.
3. Папин А. В., Неведров А. В., Жбырь Е. В. Расширение сырьевой базы коксохимических производств // Вестник Кузбас. гос. техн. ун-та. 2010. № 4. С. 46-50.