

**А.Д. ПОЛУЛЯХ**, д-р техн. наук,

**А.К. СОКУР**

(Україна, Дніпропетровск, Національний горний університет)

## **АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОБОГАЩЕНИЯ УГОЛЬНЫХ ШЛАМОВ**

Рост уровня механизации работ по добыче угля и последующей его переработки приводит к увеличению доли мелких классов и минеральных примесей в добываемой массе. Одной из актуальных задач современного углеобогащения является повышение надежности работы водно-шламового комплекса за счет улучшения качественно-количественных показателей технологии обогащения высокодисперсных шламов, содержащих значительное количество золы и серы [1].

Что же собой представляют шламы? Шламы, как правило, – это углесодержащие продукты крупностью менее 0-3 мм. Согласно [2] шламы подразделяются на грубозернистый с содержанием более 1% частиц крупностью +3 мм, крупнозернистый крупностью 0 – 3 мм, среднезернистый – 0-1 мм, мелкозернистый – 0-0,5 мм, тонкозернистый – 0-0,1 мм, дисперснозернистый – 0-0,035 мм, коллоиднозернистый – 0-0,005 мм. По месту образования шламы различают первичные и вторичные. Первичные шламы поступают на фабрику с рядовым углем, вторичные – образуются в процессе обогащения. Находиться шламы могут в необогащенном виде, обогащенном и в виде отходов. Необогащенные шламы – это рядовые шламы. К обогащенным шламам принадлежат концентраты флотации, гидроциклонов, концентрационных столов, шламовых отсадочных машин, винтовых сепараторов и т.п. И как уже было сказано, шламы могут быть в виде отходов той же флотации, гидроциклонов, концентрационных столов и винтовых сепараторов. В рядовом угле и продуктах углеобогащения шламы составляют технологически значимую долю, которая имеет тенденции к росту. А значит, потенциальному росту подлежит и осложнения обогащения, осаждения, сгущения, обезвоживания за счет изменения свойств суспензии шламами. Согласно существующим данным, среднее содержание в рядовом угле классов крупностью менее 1 мм достигает примерно 20%, для коксовых марок угля – до 30%. Суммарный выход вторичных шламов на некоторых углеобогащительных фабриках составляет 25-30%, а в отходах (флотации) содержание шламов достигает 100%. При таких условиях наличие в технологической схеме эффективной технологии переработки шламов становится решающим условием стабильной и качественной работы фабрик.

Известно, что зернистые угольные шламы крупностью 0,2-2 мм эффективно и рентабельно перерабатываются гравитационными методами типа мокрой винтовой сепарации (МВС) или концентрации на столах, в то время как илистые крупностью менее 0,3 мм обогащаются исключительно пенной флотацией. Установлено, что при флотационном методе обогащения нижним пределом

## **Загальні питання технології збагачення**

крупности, наиболее сильно влияющим на стабилизацию пены, скорость флотации и расход реагентов, является крупность 20 мкм, поэтому данный предел малоэффективен при извлечении тонкой и высокозольной шламовой составляющей крупностью менее 50-60 мкм, что подтверждается результатами исследований [3].

Не обеспечивают высокого качества разделения тонкого угля и другие методы гравитационного обогащения. Нижний предел крупности обогащаемого материала составляет: специализированные шламовые отсадочной машины – 0,074 мм, концентрационные столы – 0,074 мм, гидроклассификация – 0,074 мм, винтовые сепараторы – 0,045 мм. Причиной этого является, в частности, малые скорости перемещения частиц ила в условиях повышенной вязкости тонкодисперсных взвесей.

Среди гравитационных способов обогащения шламов следует отметить тяжелосредные гидроциклоны, использование которых в настоящее время все более распространяется. Но они обеспечивают высокое качество разделения полезных ископаемых только крупностью более 0,2-0,5 мм и поэтому применяются только исключительно для обогащения крупнозернистых шламов. Несмотря на ряд попыток сегодня, решить проблему эффективного обогащения тонких шламов с помощью тяжелосредных гидроциклонов не получается.

В зарубежной практике для мокрой классификации и обогащения тонких частиц широкое распространение получили гидроциклоны, которые обеспечивают удовлетворительные технико-экономические показатели для материала крупностью более 10 мкм. Преимущества гидроциклонов: занимают намного меньше места, чем гравитационные классификаторы и обогатительные аппараты такой же производительности, имеют простую конструкцию и высокую производительность. Недостатки гидроциклонов: низкая эффективность обогащения и отсутствие возможности регулирования параметров обогащения [4].

Концентрационные столы технологически высокоэффективны, однако удельная производительность этих аппаратов делает совершенно бесперспективным их применение на современных предприятиях большой производительности, однако для незначительного количества шлама они могут быть применены [5].

Шламовые отсадочные машины, обеспечивая при глубине обогащения до 0,5-0,6 мм получение концентрата требуемых кондиций, характеризуются относительно низкой зольностью отходов, невысокой удельной производительностью на единицу занимаемой площади, материал- и энергоемки, требуют применения предварительной ситовой классификации исходного продукта, значительного расхода чистой воды [6].

Закономерность применения винтовых сепараторов базируется на низких эксплуатационных затратах при достаточно высокой эффективности разделения исходного угля на фракции различных плотностей, особенно при выделении высокозольных тяжелых фракций. Можно утверждать, что это наименее затратное оборудование, применяемое в гравитационных процессах обогащения. В нем отсутствуют подвижные части, приемники электроэнергии, не ис-

## **Загальні питання технології збагачення**

пользуются реагенты и другие расходные материалы, а процесс разделения происходит при самотеке материала по криволинейной поверхности в результате действия гравитационной и центробежной сил [7]. Винтовые сепараторы характеризуются высокой селективностью процесса разделения для всех видов углей в широком диапазоне крупности (0,075-3 мм).

Сегодня для обогащения зернистых шламов делаются попытки применения интенсивных технологий на основе гравитационного разделения и гидрокласификации в зарубежных аппаратах типа "гидросайзер". Гидросайзер представляет собой сепаратор с принудительным осаждением, который используется для обогащения материала крупностью 0,15-3 мм. Преимущества гидросайзера перед спиральными сепараторами: гидросайзеры более эффективны в работе, что позволяет получать концентрат с низкой зольностью и в тоже время получать отходы с высокой зольностью, то есть меньшие потери угля; в гидросайзере можно изменять плотность разделения от 1,4 до 2,0; спиральные сепараторы плохо справляются с колебанием в режимах загрузки, тогда как гидросайзер отлично работает в пределах 0-100% номинальной производительности [8]. Но эффективность их работы также резко снижается при повышенном содержании в исходном материале илистых фракций.

Следовательно, эффективное обогащение угольных шламов традиционными методами обогащения является проблематичным. В этой связи необходим поиск новых технических решений, основанных на новых приемах разделения шламовых продуктов по плотностям. Одним из таких решений может быть использование гидроповерхности для разделения шламовых продуктов по плотности, технологический принцип которого изложен в патенте Украины № 17367, бюл. №9 [9].

Принцип работы гидросепаратора "Аджибай" заключается в следующем, исходный материал в виде водоугольной суспензии через загрузочный патрубок подается на распределительный конус, на котором растекается, образуя отцентровой конический поток, который уменьшается на высоте. Скорость этого потока регулируется заслонкой. Одновременно через напорную трубу под давлением подается техническая вода в кольцевой зазор, образованный днищем и нижней частью распределительного конуса с ребрами. Этот зазор уменьшается от центра к периферии конуса, что создает эффект сопла, выходя с которого техническая вода создает гидроповерхность, которая представляет собой горизонтальный отцентровой поток, скорость которого регулируется с помощью заслонки. Водоугольная суспензия с конусной поверхности распределительного конуса тонким слоем стекает на начало совпадающей за направлением гидроповерхности, из которой наиболее крупные тяжелые частицы по конусной поверхности корпуса перемещаются к разгрузочному патрубку и разгрузателем выводятся из гидросепаратора.

При продвижении водоугольной суспензии по гидроповерхности выпадают все менее крупные тяжелые частицы, потому что скоростной поток гидроповерхности и ее транспортирующая способность в результате ее расширения уменьшается, а величина гравитационной силы частиц становится равной им.

## **Загальні питання технології збагачення**

Легкие частицы переносятся потоком водоугольной суспензии к стенкам сливной камеры и через патрубок выводятся из гидросепаратора.

Подбор скоростей потоков водоугольной суспензии и гидроповерхности позволит не только изменять плотность разделения, но и устранить зависимость от гранулометрического состава исходного материала.

В гидросепараторе, который предлагается, диаметр днища распределительного конуса выполнен равным диаметру нижней основы распределительного конуса. Это дает возможность не уменьшать площадь гидроповерхности, что возможно при диаметре днища большего диаметра основы, а также не терять скоростной напор и транспортирующие способности, что возможно при диаметре днища меньшего, чем диаметр основы.

Таким образом, применение в гидросепараторе гидроповерхности как разделительной среды позволяет повысить четкость разделения угольных шламов по плотности с учетом их гранулометрического состава. Это повысит эффективность работы гидросепаратора.

По нашему мнению использование гидроклассификатора подобной конструкции позволит повысить эффективность обогащения зернистых шламовых продуктов при удовлетворительной производительности.

Таким образом, применяемое в настоящее время для обогащения угольного шлама оборудование не обеспечивает решение поставленной задачи в связи с небольшой производительностью (винтовые сепараторы, концентрационные столы) или недостаточной эффективностью разделения (конусные сепараторы, обогатительные гидроциклоны, шламовые отсадочные машины, гидросайзеры). Их применение приводит в сложившихся условиях к сверхнормативным потерям горючей массы с отходами углеобогащения.

Решение этой задачи возможно с помощью применения гидросепаратора с гидроповерхностью.

### **Список литературы**

1. Кирнарский А.С. Улучшение показателей обогащения угольного шлама // Уголь Украины. – 2008. – №11. – С. 45-48.
2. Полулях О.Д., Пилов П.И., Егурнов О.И. Практикум по расчетам качественно-количественных и водно-шламовых схем углеобогажительных фабрик: Уч. пособие. – Д.: Национальный горный университет, 2007. – 504 с.
3. Рубинштейн Ю.Б., Дебердеев И.Х., Самойлова Е.К. Прогрессивные технологии обогащения и переработки тонкодисперстных углей // Горный вестник. – 1998. – №2. – С. 56-61.
4. Полулях А.Д., Кирнарский А.С. Современные технологии обогащения угольных шламов // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2001. – Вип. № 11(52). – С. 22-31.
5. Букин С.Л., Корчевский А.Н., Шолда Р.А. Комплекс обогащения угольных шламов на основе концентрационного стола // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2010. – Вип. № 43(84). – С. 54-61.
6. Рекомендации по усовершенствованию технологии обогащения установки шахты им. Г.М. Димитрова / Под. рук. А.Д. Полуляха. – Луганск: ГП "Укрниуглеобогащение", 2005. – 79 с.
7. Мамренко В.Г., Сокур А.К. Анализ результатов работы винтовых сепараторов на углеобогажительных фабриках Украины // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. –

## **Загальні питання технології збагачення**

2010. – Вип. № 41(82)-42(83). – С.140-148.

8. Гидросайзер: рекламный проспект. – Лондон: Компания Mineral Engineering Processes Ltd, 2010. – 6 с.

9. Патент 17367 Україна МПК В03В 5/62. Гідросепаратор "Аджибай" / О.Д. Полулях, Д.О. Полулях, Б.О. Кочешков. Заявл. 10.04.2006; Опубл. 15.09.2006. Бюл. №9.

© Полулях А.Д., Сокур А.К., 2012

*Надійшла до редколегії 16.02.2012 р.  
Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І. Піловим*