

## ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

**УДК 622.765:504.06**

**А.А. Байченко, Г.Л. Евменова**

### УТИЛИЗАЦИЯ УГОЛЬНЫХ ШЛАМОВ КУЗБАССА ИЗ НАРУЖНЫХ ОТСТОЙНИКОВ

В настоящее время в наружных отстойниках Кузбасса имеется до 30 млн. тонн угольных шламов с зольностью 34-56% и влажностью 50 %, которые можно использовать для получения дополнительного товарного углепродукта.

Осуществить переработку этих шламов за счет обезвоживания или брикетирования лишены всякого смысла из-за высокой зольности шлама и его низкой теплотворной способности. В этом случае необходимо предварительно провести обогащение шламов с получением кондиционного продукта с зольностью менее 10 % и влажностью 7-12 %, а затем за счет дальнейшей переработки полученного угольного концентрата получать товарные продукты - окискованное и водоугольное топливо, либо давать его в присадку к товарному углю при его пылевидном сжигании на электростанциях. Однако все попытки осуществить такую переработку угля на практике терпели неудачу из-за организационных, финансовых и законодательных трудностей.

В настоящее время имеется технология глубокой переработки угля, оборудование, большие запасы угольного сырья в Кузбассе, а также постановление Правительства Российской Федерации № 1098 от 13 сентября 1996 года «О федеральной целевой программе «Отходы». Согласно этому постановлению выделены из госбюджета 2,9 млрд. р. для переработки угольных шламов и 4,1 млрд. р. для переработки отхо-

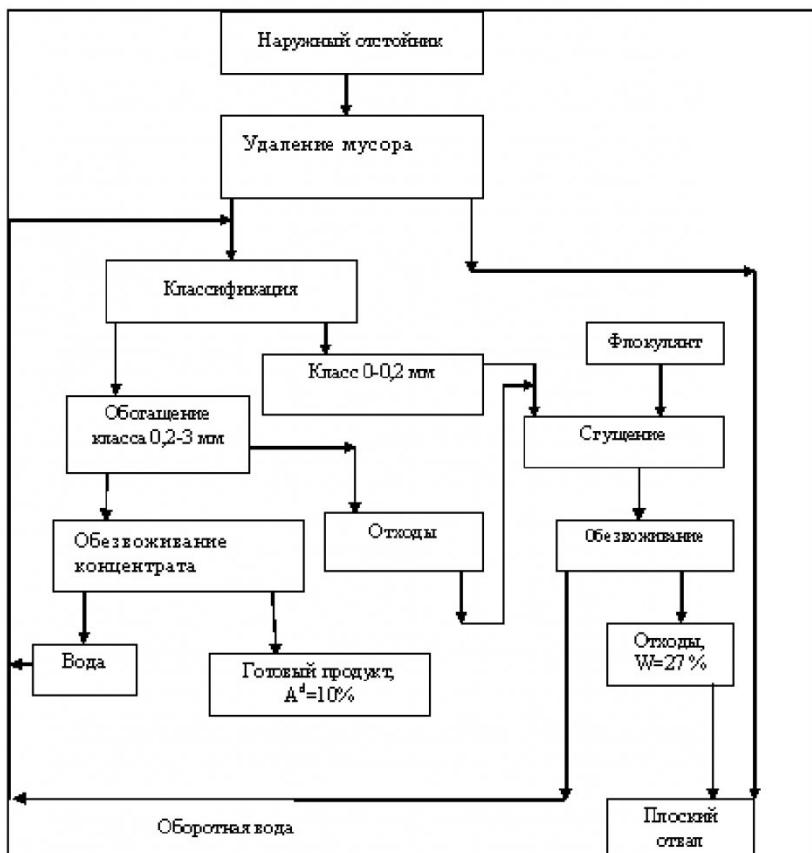
дов обогащения (производство кирпича). К сожалению, это постановление не выполняется из-за отсутствия финансирования.

В то время как для переработки этих шламов можно использовать стационарные или передвижные модульные установки. Технология обогащения в этом случае включает в себя три цикла.

В первом цикле проводится классификация шламов на грохоте и гидроцилонах с получе-

нием двух продуктов: 3-0,2 мм и 0,2-0 мм. Во второй стадии осуществляется обогащение класса 3-0,2 мм на спиральных или в гидросепараторах с получением концентрата с зольностью меньше 10% и отходов обогащения с зольностью 65-70%. В третьей стадии осуществляется сгущение и обезвоживание продуктов обогащения.

На рис.1 представлен один из вариантов принципиальной схемы обогащения шламов. Шлам из наружного отстойни-



*Рис.1. Принципиальная технологическая схема обогащения шламов из наружных отстойников*

## Результаты обогащения шламов наружных отстойников

Фракции, мм	Характеристика исходного шлама		Характеристика концентраты		Характеристика отходов	
	Выход, %	Зольность, %	Выход, %	Зольность, %	Выход, %	Зольность, %
+1,0	21,28	28,99	17,44	2,56	45,55	65,79
-1,0+0,5	25,45	27,61	27,19	4,28	33,53	78,24
-0,5+0,2	23,25	16,23	23,38	9,59	17,78	83,35
Итого	69,98	24,25	68,01	5,66	96,86	73,32

ка, например, землеснарядом подается на классифицирующий грохот, в котором отделяются частицы больше 3 мм и посторонние предметы. Подрешетный продукт грохота направляется в мешалку с насосом, откуда пульпа подается на гидроциклоны, где происходит отделение частиц менее 0,1 мм, с зольностью до 50%. Пески гидроциклона самотеком поступают в гидросепаратор, где под действием гравитационных и центробежных сил разделяются на концентрат с зольностью менее 10% и отходы. Концентрат последовательно обезвоживается на высокочастотном грохоте и на центрифуге, где получается конечный продукт с влажностью 20-30%. Отходы гравитации и слив гидроциклона поступают на сгущение с последующим их обезвоживанием на ленточном фильтр-прессе. Для интенсификации процесса и сокращения содержания твердой фазы в фильтрате применяются высокомолекулярные полимерные флокулянты. Очищенная вода возвращается в технологический процесс для повторного использования. Обезвоженный концентрат может отгружаться потребителю россыпью или использоваться для приготовления товарного продукта. Для этих целей существует в настоящее время несколько методов переработки угольных шламов в твердый товарный продукт: получение гранул с помощью омасливания, брикетирования или пелетирования.

Рассмотрим более подробно технологию обогащения угольных шламов в гидросепараторе [1], который представляет собой

классификатор с принудительным осаждением, состоящий из цилиндрической камеры с пульсирующим столбом воды. Через распределительное устройство, расположенной в нижней части камеры равномерно подается восходящий поток воды.

В верхнюю часть гидросепаратора непрерывно загружается угольный шлам, который содержит от 40 до 60 % твердого по массе. По мере попадания частиц в восходящий поток воды происходит их сепарация по размерам и плотности. Фракции исходного материала, имеющие промежуточную плотность, в отличие от угольных и породных частиц удерживаются в потоке воды и формируют псевдоожженный слой на подложке породных фракций, который и поддерживает слой более легкой угольной фракции. При добавлении очередной порции исходного шлама угольная фракция уходит в сливной желоб гидросепаратора. Плотность взвешенного слоя породы промежуточной плотности поддерживается регулируемым сбросом ее избытка через специальный разгрузочный клапан аппарата.

Эффективность обогащения шламов в этом случае зависит от стабильной плотности псевдоожженного слоя, что в свою очередь обеспечивают постоянной скоростью и равномерностью подачи восходящего потока воды, а также за счет контроля содержания твердого в этом слое.

Принцип разделения угольных и породных частиц шлама в гидросепараторе основан на осаждении частиц в воде под воздействие силы тяжести. Со-

отношение между массами частиц в конечном счете и обеспечивает сепарацию угольных и породных частиц с получением кондиционных продуктов обогащения.

Следует отметить, что на ЦОФ «Чумаковская» в Донбассе прошла промышленные испытания модульная установка для переработки угольных шламов наружных отстойников с гидросепаратором английской фирмы «STOKES». Результаты испытаний представлены в таблице [1].

Рассмотренная технология обогащения угольных шламов позволяет снизить их зольность и обеспечить извлечение горючей массы из шламов наружных отстойников.

На углеобогатительных фабриках часть шламов поступает вместе с рядовым углем, другая образуется при транспортировании угля по фабрике и при его обогащении в результате самопроизвольного разрушения угля.

Удаление твердых частиц из оборотной воды необходимо не только для очистки воды и получения дополнительного количества топлива, но и для обеспечения нормального протекания основных процессов обогащения. При увеличении содержания твердого в оборотной воде технологические показатели обогащения ухудшаются. Снижается эффективность сгущения шламов, осветления воды и обезвоживания: повышается влажность и зольность угля после обезвоживающих аппаратов.

Посыпаемый на отсадочные машины класс 0,5-13 мм имеет трудноразделимые частицы, размером 0,5-2,0 мм, причем

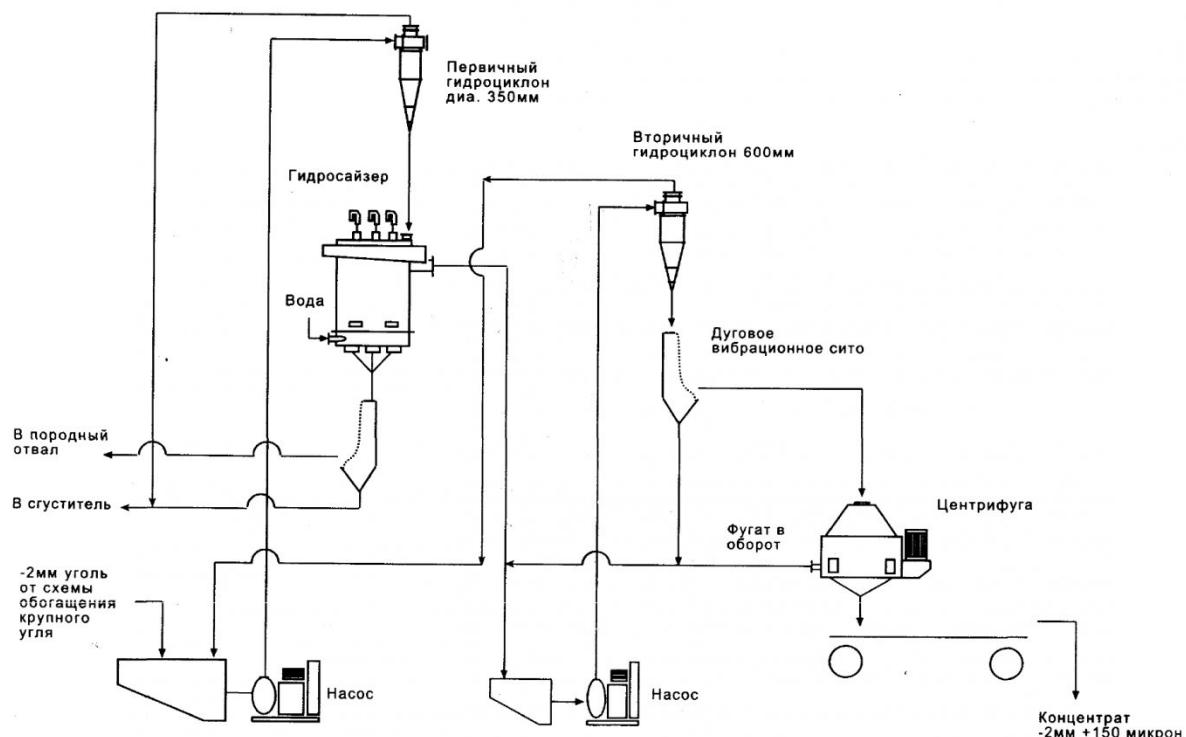


Рис. 2. Технологическая схема обогащения шламов в гидросепараторе

породные частицы этого класса уносятся пульсирующим потоком воды в основном в концентрат, увеличивая его зольность (в то время как угольные частицы (+0,2 мм) при их флотации попадают в отходы, снижают их зольность и увеличивают тем самым потери угля).

Использование в этом случае гидросепараторов для обогащения класса -2 +0,2 мм позволит сократить фронт отсадки и флотации и исключить потери угля.

На рис.2 приведена технологическая схема обогащения фракции угля -2 +0,2 мм в гидросепараторе фирмы «STOKES» [1]. Подрешеточный продукт обесшламливающего грохота подается насосом в батарею из четырех гидроциклонов. Излишек воды вместе с частицами размером менее 0,2 мм уходит в слив гидроциклона и направляется в сгуститель. Пески подаются самотеком в гидросепаратор, где происходит их обогащение. Легкие фракции уголь-

ного концентратата уходят в слив гидросепаратора самотеком по даются во вторичный зумпф откуда направляется во вторичный гидроциклон, где осуществляется сгущение пульпы и удаление частиц менее 0,2 мм в слив.

Сгущенный продукт вторичного гидроциклона подается на вибрационное дуговое сито для окончательного обесшламливания и частичного обезвоживания. Отсюда угольный концентрат направляется самотеком в центрифугу типа «EBW», где осуществляется окончательное его обезвоживание. Центрифуга обеспечивает получение угольного концентратата с низкой поверхностной влагой, пригодной для шихтовки с крупным концентратом или использования в качестве самостоятельного продукта.

Высокозольный продукт гидросепаратора, разгружаемый в нижней части аппарата, собирается в отдельный зумпф, откуда подается на дуговой вибра-

ционный грохот для обезвоживания и далее направляется в породный отвал.

Использование гидросепаратора позволяет повысить эффективность обогащения мелких классов угля на обогатительных фабриках:

снизить нагрузку на отсадку и флотацию по труднообогатимым фракциям угольной мелочи;

снизить расходы реагентов; улучшить качество концентрата;

обеспечить значительную экономию капитальных и эксплуатационных затрат.

Таким образом, использование модульных установок с применением гидросепараторов позволит переработать угольные шламы наружных отстойников и гидроотвалов Кузбасса с получением угольного концентратата и одновременно решить ресурсосберегающие и экологические проблемы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Хайд Д.А., Ульямс К.П., Моррис А.М., Йексли П.М. Обогащение угольной мелочи на гидросепара-

торе // Шахта и карьер, 1988.- №3.-С.50-54.

2. Байченко А.А., Евменова Г.Л. Перспективная технология обогащения угольных шламов/ Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности: Тр. междунар. науч.-практ. конф. 10-13 сентября 2002, Кемерово: ННЦ ГП-ИГД им. А.А. Скочинского, ИУУ СО РАН, КузГТУ, ЗАО КВК «Экспо-Сибирь», 2002.-С. 151-153.

□ Авторы статьи:

Байченко

Арнольд Алексеевич

- докт. техн. наук, проф. каф. обогащения полезных ископаемых

Евменова

Галина Львовна

- канд. техн. наук, доц. каф. обогащения полезных ископаемых

**УДК 622.648.24**

**А.А. Байченко, А.Н. Батушкин**

## **ВЛИЯНИЕ АПОЛЯРНОГО РЕАГЕНТА НА ПРОЧНОСТЬ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЧАСТИЦ НА ПУЗЫРЬКЕ ВОЗДУХА ПРИ ФЛОТАЦИИ**

Методы исследования флотационного процесса исторически создавались для выяснения правильности возникавших представлений о механизмах процесса и связанных с ним явлений происходящих под влиянием реагентов на поверхности минеральная частица – пузырёк воздуха, а также у периметра контакта между ними для решения основной задачи – создания научных основ по подбору оптимальных реагентов.

В работах [1-4] показано, что гистерезис смачивания трехфазного периметра на омасленной поверхности обусловлен действием сил внутреннего трения масляной пленки, а величина гистерезисных сил пропорциональна вязкости углеводородов и скорости движения периметра. Гистерезисный механизм действия аполярных собирателей хорошо объясняет улучшение флотации крупных частиц реагентами повышенной вязкости [5], и отсутствие упрочнения контакта пузырька и частицы в статических условиях [6, 7], когда скорость сокращения периметра не велика и, следовательно, мала величина гистерезисной силы. Поэтому целесообразно выяснить, как влияют аполярные реагенты на прочность закрепления частиц на пузырьке.

Исследование такого влия-

ния аполярных реагентов было проведено на установке по измерению силы прилипания частицы к пузырьку воздуха на (рис.1).

Пузырёк воздуха 5 выдувается под держатель 4, закреплённый в манипуляторе, обеспечивающим контактирование пузырька воздуха с минеральной частицей. Конец коромысла 3 связан стеклянной нитью с торсионными весами 1.

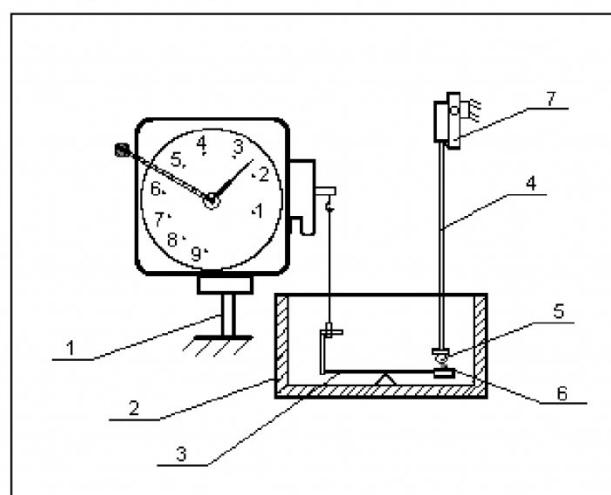
С помощью держателя 7 возможно вертикальное изменение точки контактирования с пузырьком. После осуществления контакта фиксируется нагрузка на шкале весов в Ньютонах. Затем с помощью автоматического устройства торсионных весов медленно поднимает-

ся один конец коромысла и одновременно опускается другой – минеральной частицей до момента отрыва частицы от пузырька.

Осуществляется визуальный контроль процесса отрыва, и в момент отрыва фиксируется показания весов, при котором произошёл отрыв частицы от пузырька. Разница этих значений и даёт величину силы отрыва в ньютонах.

Для того чтобы результаты измерений сил отрыва соответствовали условиям закрепления частицы на свободном пузырьке, измерение следует проводить, отрывая частицу от пузырька, а не наоборот.

Скорость отрыва от пузырька во всех опытах оставалась



*Рис.1. Схема для измерения силы отрыва минеральной частицы от воздушного пузырька*