

7. Степанов Ю.С., Брюховецкий О.С. Износ трубопроводов при гидротранспортировании взвесенесущих двухфазных потоков. – М.: Московский геологоразведочный институт, препринт ЦНИИцветмет экономики и информации, 1991.

8. Потураев В.Н., Волошин А.И., Пономарев Б.В. Вибрационно-пневматическое транспортирование сыпучих материалов. – Киев: Наук.думка, 1989.

9. Теория и прикладные аспекты гидротранспортирования твердых материалов// И.А. Асауленко, Ю.К. Витошкин, В.М. Карасик и др. – Киев: Наук.думка, 1981.

УДК 622.753:621.928.45

А.С. Кирнарский

МОКРАЯ ВИНТОВАЯ СЕПАРАЦИЯ УГЛЯ

Встановлено можливість одержання на гвинтових сепараторах енергетичного концентрату зольністю 18,09 при виході 69,23 % рядового вугілля крупністю мінус 7,0 мм.

Бібліогр.: 3 найм.

Введение

В 1898 году на одной из американских углеобогащительных фабрик был установлен первый винтовой сепаратор, который изобрел Парди. За 100 лет своего технологического бытия винтовой сепаратор наиболее полно состоялся при обогащении железной руды минеральных песков, оксидов металлов, а в последние годы и для обогащения угольных шламов, что объясняется высокой эффективностью разделения, экологической чистотой, низкими энергозатратами, надежностью, простотой и гибкостью в эксплуатации, незначительными капитальными и эксплуатационными затратами, использованием мокрой винтовой сепарации (МВС).

На углеобогащительных фабриках МВС - процесс может применяться для обогащения угля мелкого и тонкого диапазона крупности (10...0,20 мм), но наиболее предпочтительно его использование при обогащении зернистого шлама (3...0,20 мм), так как в условиях современных фабрик количество этого шлама

постоянно возрастает, а по зольности он не соответствует существующим требованиям на качество концентратов. Присоединение такого продукта без обогащения к товарным концентратам приводит к повышению их зольности, что экономически невыгодно.

В условиях идеальной водно-шламовой схемы, т.е. при отменном состоянии рабочих поверхностей дешламационных и обезвоживающих грохотов, фильтрующих центрифуг, в сгустительные гидроциклоны не должны поступать зерна, крупность которых превышает максимальный размер щели ситовой поверхности такого оборудования, но практически это недостижимо, так как сита постоянно изнашиваются а заменяются они несвоевременно и размер щели непрерывно возрастает. В результате этого в питании флотации содержание крупнозернистого шлама (2...0,25 мм) колеблется в пределах от 5,5 до 35,0 %. Такой шлам безвозвратно теряется с отходами флотации.

С другой стороны, установлено [1], что на действующих отсадочных машинах уголь крупностью менее 2,0 мм обогащается малоэффективно, так как зольность класса 0...3 мм в концентрате по сравнению с зольностью этого класса в питании отсадки уменьшается на 13,4 % и составляет 27,93 %, а зольность этого класса в отходах относительно зольности исходного продукта повышается на 6,68 и достигает только 50,08 %, в то время как относительное снижение зольности класса 3...13 мм для концентрата отсадки равняется 23,84 %, а относительное повышение зольности класса 3...13 мм для отходов отсадки составляет 48,67 %, при этом качество продуктов разделения в последнем случае удовлетворяет соответствующим концентрациям (12,32 % - зольность концентрата и 84,83 % - зольность отходов отсадки). Следовательно, исключение из питания отсадочных машин зернистого шлама позволило бы поднять качество продуктов отсадки. Поэтому разработка простых и эффективных методов обогащения первичных угольных шламов является актуальной проблемой. В рамках настоящей работы изложены

результаты аналитических и лабораторных исследований мокрой винтовой сепарации.

Механизм разделения полезных ископаемых при мокрой винтовой сепарации (МВС)

Определяющим признаком МВС-процесса является характер сепарационной поверхности, которая управляет рабочим потоком угольной гидросмеси, придавая ему циркуляционный характер и формируя гидродинамическое силовое поле, в котором преобладают инерционные, центробежные силы при второстепенной роли сил трения. Наличие поперечной циркуляции придает процессу противоточный характер, что существенно отличает МВП-технологии от прямоточных гравитационных процессов, в которых разделительные взаимодействия протекают поперек гравитационного сортирующего слоя, при этом суммарный вещественный состав сепарируемых компонентов от сечения к сечению остается практически постоянным. В условиях мокрой винтовой сепарации имеет место противодействие силовых полей, причем центробежному полю можно противопоставить гравитационное поле, при этом угол смещения между ними может быть определен по формуле

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{K h^{1,85} \frac{3,24 \sqrt{q}}{c}}{1 - \frac{7,2 \sqrt{q}}{c}} \quad (1)$$

где h - толщина потока, м; r - радиус винтового сепаратора (внутренний), м; c - коэффициент Шези; q - ускорение силы тяжести, м/с²; φ - угол смещения; K - постоянная.

Характерным атрибутом противоточного МВС-процесса является наличие специфической естественной постели, которая структурно состоит из тяжелых зерен и сrostков, накапливающихся в рабочей зоне сепаратора. В пользу существования такой постели свидетельствуют результаты исследований [2], в процессе которых установлено, что присутствие в исходной руде тяжелых минералов (сульфидов)

промежуточной плотности (между ценными минералами и минералами пустой породы) положительно сказывается на процессе концентрации.

Разрыхление естественной постели в условиях МВС-процесса протекает преимущественно в горизонтальном направлении под действием турбулентных вихрей, срывающихся с угольных частиц и стремящихся раздвинуть слои постели. Согласно локально-изотропной теории турбулентности [3] винтовой поток можно рассматривать как результат наложения вихрей (пульсаций) различных размеров. Вихревая частота является гарантом гидродинамического раскрытия слоя зерен при расширении потока гидросмеси в направлении от центра до периферии винтового желоба при взвешивании зерен, когда имеет место обратная гидроклассификация частиц, в условиях которой крупные зерна переходят преимущественно в легкую, концентратную фракцию, что дополняет обычную гидроклассификацию, где по причине равнопадаемости в тяжелый продукт уходит значительная часть крупных легких частиц. При обратном движении потока наблюдается его сужение с уплотнением постели.

Таким образом, мокрая винтовая сепарация - это процесс разделения полезных ископаемых по крупности и плотности в условиях поперечной циркуляции винтового потока, что придает процессу противоточный характер и предопределяет формирование специфической естественной постели, которая разрыхляется и уплотняется в горизонтальном направлении и сопровождается обратной гидроклассификацией зерен.

Результаты лабораторных исследований МВС-процесса

Для проведения лабораторных исследований МВС-технологии была создана стендовая установка, которая конструктивно включает винтовой сепаратор, гидроциклон, спиральный классификатор, центробежный насос и усреднительный зумпф. Винтовой сепаратор работает в замкнутом цикле, что обеспечивает высокую представительность полученных данных.

Каменноугольная гидросмесь определенной концентрации (250...300 кг/м³) готовится в зумпфе вместительностью 100 л,

из которого она подается непосредственно на винтовой сепаратор или предварительно классифицируется по граничному зерну 200 мкм, а затем перекачивается на винтовую сепарацию. В качестве исходного материала использовался рядовой угольный шлам шахты "13-бис" ГКХ "Макеевуголь". Данные исследований сведены в табл. 1.

Из приведенных данных видно, что наиболее эффективно разделяются зернистые угольные шламы крупностью $-0,2+0,25$ мм. Интересно отметить, что верхний предел крупности обогащаемого угля составляет 7,0 мм. Следовательно, МВС-процесс позволяет из рядового угля крупностью 7,0-0,0 мм получить энергетический концентрат зольностью 18,09 % и отвальные отходы зольностью 76,21 %, что значительно упрощает последующий технологический передел углеобогатительных фабрик.

Таблица 1. Результаты мокрой винтовой сепарации рядового угольного шлама

Класс крупности, мм	Питание МВС		Концентрат МВС			Отходы МВС		
	выход, %	зола, %	выход к продукту, %	выход к исходному, %	зола, %	выход к продукту, %	выход к исходному, %	зола, %
-7,9+2,0	7,06	44,60	10,11	7,00	44,28	0,19	0,06	81,82
-2,0+1,0	31,79	39,10	26,97	18,67	12,09	42,64	13,12	77,53
-1,0+0,25	27,43	39,71	25,84	17,89	14,92	31,01	9,54	87,69
-0,25	33,72	27,75	37,08	25,67	17,51	26,16	8,05	60,41
Итого:	100,00	35,83	100,0	69,23	18,09	100,00	30,77	76,21

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соловьев Г.М., Хайдакин В.И., Скарба П.Н. и др. Совершенствование технологии и оборудования для обогащения углей: Обзор / ЦНИЭИуголь. - М., 1985. - 33 с.
2. Аникин М.Ф., Иванов В.Д., Певзнер М.Л. Винтовые сепараторы для обогащения руд // М.: Недра, 1970. - 185 с.

3. Колмогоров А.Н. Локальная структура турбулентности в несжимаемой вязкой жидкости при очень больших числах Рейнольдса / ДАН СССР. 1941, Т. XXX, № 4. - с. 294-303.

УДК 622.7.091.2:532.5

Е.С. Лапшин, А.И. Шевченко

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНОЙ СКОРОСТИ ПОДАЧИ ПИТАНИЯ НА КОНУСОБРАЗНУЮ ВОГНУТУЮ РИФЛЕНУЮ РАБОЧУЮ ПОВЕРХНОСТЬ ПЛЕНОЧНОГО КЛАССИФИКАТОРА

Проаналізовано причину порушення плівкової класифікації. Еспериментально визначено залежність маси пульпи, що відірвалася від робочої поверхні класифікатору, від числа Вебера. На основі цієї залежності запропоновано методику визначення граничної швидкості подачі живлення. Бібліогр.: 4 найм.

Одним из перспективных направлений в области повышения эффективности и надежности работы классифицирующего оборудования является использование поверхностного натяжения жидкости в качестве энергетического барьера, определяющего крупность разделяемых частиц. Этот принцип реализуется при течении пульпы тонким слоем (пленочное течение).

Сущность классификации заключается в следующем. На находящиеся в жидкости частицы воздействуют активной силой, направленной к свободной поверхности жидкости. Крупные частицы, для которых активная сила превышает силу поверхностного натяжения, покидают жидкость, а мелкие частицы остаются в ней.

Известны различные способы создания активной силы.

В классификаторе конструкции И.Хумфрейз [1] активной силой является центробежная сила, возникающая в результате течения пульпы по выпуклой поверхности.

В ИГТМ НАН Украины разработан турбулентный пленочный классификатор [2]. В нем выброс частиц осуществляется в результате удара о твердую поверхность и вследствие турбулентных пульсаций, появляющихся при течении жидкости вдоль прямолинейной образующей цилиндрической поверхности.