

В.Б.КУСКОВ, канд. техн. наук, доцент, (812)328-82-85

В.В.ЛЬВОВ, канд. техн. наук, ассистент, (812)328-82-85

Санкт-Петербургский государственный горный университет

V.B.KYSKOV, PhD in eng. sc., associate professor, (812)328-82-85

V.V.LVOV, PhD in eng. sc., assistant lecturer, (812)328-82-85

Saint Petersburg State Mining University

ОБОГАЩЕНИЕ УГЛЕЙ В ГИДРОЦИКЛОНЕ С АВТОМАТИЧЕСКИМ УПРАВЛЕНИЕМ

Конструкция обогатительного гидроциклона «Water-only» для обогащения угля разработана и испытана. Разработана схема автоматического управления работой гидроциклона. Применение автоматического управления позволило повысить технологические показатели обогащения.

Ключевые слова: автоматизация, классификация, обогащение, уголь, гидроциклон «Water-only».

METHOD FOR COAL PREPARATION WITH AUTOMATIC CONTROL

The design of a concentrating hydrocyclone «Water-only» for coal preparation is developed and tested. The scheme of automatic control is developed by hydrocyclone work. Automatic control application has allowed raising technological indices of concentration.

Key words: automation, classification, concentration, coal, hydrocyclone «Water-only».

Как известно, гидроциклоны обычно применяются в качестве классифицирующих аппаратов, а также для обезвоживания и обесшламливания. Для обогащения обычно применяются тяжелосредние (суспензионные) гидроциклоны, в которых производится разделение сравнительно мелких частиц по плотности в тяжелой суспензии*. Суспензионные гидроциклоны, несмотря на высокую эффективность разделения, имеют и ряд недостатков. В таких аппаратах необходимо использовать утяжелитель, который приходится постоянно покупать, так как часть утяжелителя безвозвратно те-

ряется с продуктами разделения. Кроме того, схемы обогащения в тяжелосредних гидроциклонах сложны. Они кроме собственно операции разделения в гидроциклоне включают и операции приготовления суспензии, отмывки и регенерации утяжелителя, что приводит к существенному удорожанию процесса.

Еще одним видом обогатительных циклонов являются так называемые короткоконусные гидроциклоны (сейчас их часто называют циклоны «Water-only»). Было установлено, что с увеличением угла конусности циклона все больше проявляется влияние плотности частиц на результаты их разделения. Так, циклоны, использующиеся для классификации (угол конусности 10 или 20°), делят частицы преимущественно по крупности, а циклоны с углом конусности 90° и более – по плотности.

* Иофа М.Б. Обогащение мелкого угля в тяжелосредних гидроциклонах / М.Б.Иофа, Л.С.Зарубин, В.И.Хайдактн. М.: Недра, 1978.

Iofa M.B., Zarubin L.S., Khaidakti V.I. Enrichment of fine coal in hydrocyclones with the heavy environment. Moscow: Nedra, 1978.

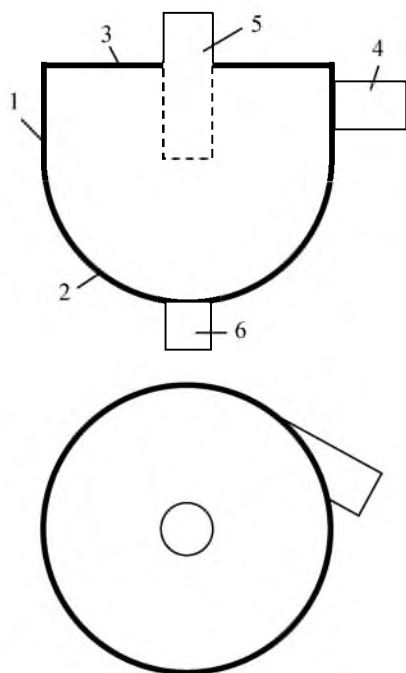


Рис.1. Обогащительный циклон с параболической нижней частью
1 – цилиндрическая; 2 – параболическая;
3 – верхняя плоская крышка; 4 – питающий патрубок; 5 – сливной патрубок; 6 – песковая насадка

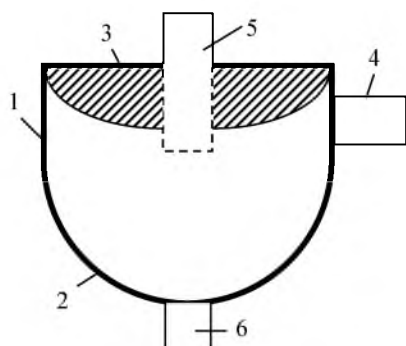


Рис.2. Обогащительный циклон с параболической верхней частью
1 – цилиндрическая; 2 – параболическая;
3 – верхняя параболическая крышка; 4 – питающий патрубок; 5 – сливной патрубок; 6 – песковая насадка



Рис.3. Опытные образцы гидроциклонов

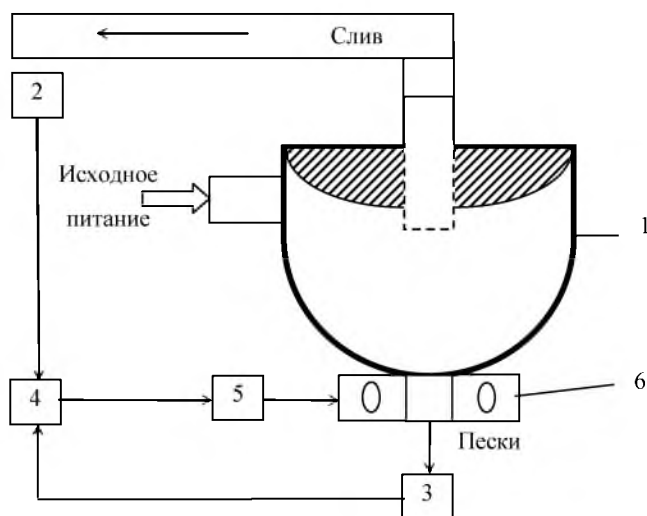


Рис.4. Схема автоматического управления гидроциклоном

На результаты разделения в циклонах «Water-only» влияют те же факторы, что и на работу обычных классифицирующих гидроциклонов (диаметр циклона, угол конусности, размеры патрубков, давление на входе и т.д.). Кроме того, появляются новые факторы: профиль конической части, высота

цилиндрической части и некоторые другие факторы.

Были испытаны гидроциклоны разных размеров и с различными профилями рабочих поверхностей. Из испытанных конструкций наилучшие показатели дали гидроциклоны с параболической нижней частью (рис.1).

Математическое моделирование показало, что для повышения эффективности разделения в таком циклоне верхнюю крышку лучше изготавливать не плоской, а параболической, повторяющей профиль нижней части (рис.2).

Внешний вид опытных образцов гидроциклонов приведен на рис.3.

Серия предварительных исследований была направлена в основном на экспериментальное подтверждение работоспособности такого аппарата, а также на разработку схемы его автоматизации.

Эксперименты показали, что при разжижении пульпы (Ж:Т) меньше 5 %, существенно ухудшаются технологические показатели. Увеличение разжижения от 5 до 10 % фактически не улучшает технологические показатели, но при этом снижается производительность по твердому, растут затраты на дальнейшее обезвоживание. Поскольку соотношение Ж:Т исходных шламов меньше 5 %, то, очевидно, что разделение в циклоне следует вести при минимально возможном соотношении Ж:Т, а именно от 5 до 6 %. Поэтому первой задачей автоматизации процесса обогащения в циклоне является автоматическое поддержание Ж:Т

в этих пределах. Это позволит получить оптимальные технологические показатели и снизить затраты на обогащение за счет минимизации расхода воды и снижения затрат на обезвоживание.

Существенно влияет на работу гидроциклонов (особенно обогатительных) давление на его входе. Для стабилизации давления на входе в суспензионный циклон обычно подается питание не через насос, а через специальный напорный бак. Но такая подача усложняет технологическую схему за счет нестабильного уровня угольных шламов в баке и увеличивает капитальные затраты. Автоматическое регулирование давления на входе производится с помощью насоса, оснащенного двигателем с регулируемой частотой вращения, и позволяет упростить и удешевить процесс без снижения технологических показателей.

На рис.4 представлена принципиальная схема автоматизации гидроциклона. Реализация управления происходит следующим способом. Измеряют расход пульпы в сливе и песках гидроциклона 1 расходомерами 2 и 3. Данные в виде электрических сигналов поступают в регулирующий микроконтроллер 4. В микроконтроллере

Результаты испытаний гидроциклона

Показатель гидроциклона	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %	
		Зола	Сера общая	Зола	Сера общая
Плоская верхняя крышка					
Хвосты	45,2	65,60	1,42	76,98	66,50
Концентрат	54,8	16,18	0,59	23,02	33,50
Итого:	100,0	38,52	0,97	100,00	100,00
Параболическая верхняя крышка					
Хвосты	45,9	66,61	1,61	79,26	76,06
Концентрат	54,1	14,79	0,43	20,74	23,94
Итого:	100,0	38,58	0,97	100,00	100,00
Плоская верхняя крышка (с автоматическим управлением)					
Хвосты	46,1	69,32	1,72	82,50	83,53
Концентрат	53,9	12,58	0,29	17,50	16,47
Итого:	100,0	38,74	0,95	100,00	100,00
Параболическая верхняя крышка (с автоматическим управлением)					
Хвосты	46,9	71,22	1,81	86,27	88,39
Концентрат	53,1	10,01	0,21	13,73	11,61
Итого:	100,0	38,72	0,96	100,00	100,00

они сравниваются с заданной величиной соотношения измеренных расходов, которые определяются при тарировке системы в зависимости от типа руд. При разбалансе с учетом знака полученного рассогласования вырабатывается управляющий импульс, который через исполнительный механизм 5 воздействует на регулирующий орган 6, изменяя сечение песковой насадки, чтобы убрать возникший разбаланс (при увеличении соотношения разбаланса дается команда на увеличение песковой насадки и наоборот). Для управления песковой насадкой предлагается резиновая насадка – тор*, управляемая с помощью пневматического исполнительного механизма.

Применение данного способа автоматического управления гидроциклоном позволяет улучшить качество разделения и поддержать заданную крупность углей, что сказывается на технико-экономических показателях обогащения.

Предварительные испытания велись на угольных шламах крупностью – 1 мм (см. таблицу). Основные параметры гидроцилона: диаметр и высота цилиндрической части 100 мм, высота нижней параболической части 60 мм.

Работа выполнена в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы.

* Поваров А.М. Способ автоматического регулирования гидроциклоном / А.М.Поваров, М.Г.Забилов // Обогащение руд. 1958. № 3.

Povarov A.M., Zabirolv M.G. A way of automatic control by a hydrocyclone // Enrichment of ores. 1958. N 3.