

УДК 622.794.004.15:621.928.2:534.2

**А.И. ШЕВЧЕНКО**, канд. техн. наук

(Украина, Днепр, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины)

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО КЛАССИФИКАТОРА ПРИ РАЗДЕЛЕНИИ ТОНКОЗЕРНИСТОГО УГЛЯ**

На территории Украины накоплено большое количество обводненных отходов обогащения (шламов) с высоким содержанием угля, что является результатом несовершенства техники и технологии получения концентратов. Проблемой переработки является их обогащение с выделением тонких фракций угля, которая не решена, в полной мере, до настоящего времени. Известные технологии обогащения не обеспечивают эффективного выделения углесодержащей фракции из мелких классов. Сложность обогащения, в основном, определяется высокой обводненностью и зольностью исходного продукта, колебаниями фракционного и гранулометрического состава шламов из накопителей. Для решения этих задач необходимы соответствующая техника и технология обогащения, которые позволят доизвлекать тонкий уголь на обогатительных фабриках, снизить его потери в отходах, а также эффективно перерабатывать содержимое накопителей [1-4].

На обогатительных фабриках для переработки тонких классов используют различные технологии и оборудование. Наибольшее распространение в предыдущие годы получили флотация, обогащение в гидроциклонах, на винтовых сепараторах. При флотации получают хорошие результаты обогащения, однако, из-за высокой стоимости самой флотации в последние годы все чаще от нее отказываются. Обогащение в гидроциклонах и винтовых сепараторах также широко используется, однако наличие огромного количества отходов говорит о том, что на данном этапе не удастся достичь высокой эффективности этих процессов. Кроме того, эти аппараты отличает высокая металло- и энергоемкость [3]. Необходимы новые технические решения, которые позволят повысить эффективность обогащения, снизить металло-, энергоемкость и себестоимость процесса обогащения. Поэтому работы, связанные с решением этих проблем, несомненно, актуальны.

Для решения этих задач ведутся исследования и разработки новых технологий, схем и способов обогащения отходов, а также их усовершенствования. В последнее время специалисты, работающие на обогатительных фабриках, проявляют все больше интерес к новым разработкам в этой области. Например, на обогатительной фабрике для обогащения угля класса 0-2 мм используются две секции, в которых установлены винтовые сепараторы. Если вместо этих сепараторов использовать более эффективное и экономичное оборудование для обогащения, предприятие сможет значительно снизить потери угля с отходами и получить дополнительную прибыль.

## **Гравітаційна сепарація**

В Институте геотехнической механики НАН Украины создан эффективный способ гидродинамической классификации тонкозернистых продуктов [4-8]. Увеличение эффективности классификации достигается за счет повышения скорости потока пульпы и использования центробежных сил для обеспечения безотрывности ее течения при высокой скорости тонким слоем по вогнутой конусообразной рифленой рабочей поверхности, что позволяет интенсифицировать процесс классификации тонкозернистых материалов. Крупные частицы, двигаясь в таком криволинейном потоке, ударяются о рабочую поверхность, отбрасываются с большой скоростью к открытой поверхности жидкости и, преодолевая поверхностное натяжение, покидают воду. Мелкие частицы не могут преодолеть силы поверхностного притяжения, поэтому остаются в жидкости и уносятся вместе с нею в слив. Для повышения эффективности извлечения на вогнутой конусообразной поверхности наносят рифления (горизонтальные кольцевые канавки, расположенные поперек тока воды). При столкновении со стенками канавок происходит выброс частиц из жидкости.

Как показали лабораторные исследования, гидродинамический классификатор – эффективная, надежная, экономичная машина, которая позволяет разделять сырье на два продукта: пески и слив. Граничная крупность разделения +0,5 мм. Эксперименты показали, что извлечение частиц крупностью 0,5 мм составляет 90-95%, а частицы крупнее 1 мм выбрасываются из жидкости практически полностью [4-8]. Эти результаты говорят о том, что гидродинамический классификатор может использоваться для разделения тонкозернистых продуктов крупностью 0-3 мм.

Цель данной работы – изучение процесса обогащения угольных шламов за счет отделения крупнозернистого продукта (низкозольного) от мелкозернистого и глинистого (высокозольного) с помощью гидродинамического классификатора и определение возможности его использования на обогатительной фабрике вместо винтового сепаратора.

Испытания проводились в лабораторных условиях ИГТМ НАН Украины. Для исследований использовалось сырье с обогатительной фабрики, которое подается в питания винтового сепаратора, со следующими характеристиками (табл. 1).

*Таблица 1*

Характеристики продукта питания винтового сепаратора

Классы крупности, мм	Выход, г	Выход $\gamma$ , %	Зольность класса $A^d$ , %	Содержание золы в классе $c_z$ , %	Содержание угля в классе $c_y$ , %
+1	11	1,1	11,3	0,12	0,98
0,5-1,0	68	6,9	29,4	2,08	4/84
0,25-0,5	317	32,0	24,5	7,84	24,15
0,125-0,25	393	39,7	36,6	14,51	25,14
0-0,125	202	20,3	52,8	10,76	9,62

|  $\Sigma = 991$  |  $\Sigma = 100$  | |  $\Sigma = 35,25$  |  $\Sigma = 64,75$

Как видно из табл. 1, зольность продукта питания винтового сепаратора составляет 35,25%, что значительно превышает допустимые нормы (не более 25-27%).

Для этого создан экспериментальный образец гидродинамического классификатора и в лабораторных условиях ИГТМ НАН Украины выполнены его испытания, целью которых было отделение крупнозернистого продукта, имеющего низкую зольность, от мелкозернистого (высокозольного) [4-8]. Производительность классификатора: по сухому 1-1,2 т/ч, по пульпе 3-4 м<sup>3</sup>/ч (для производственных условий производительность классификатора можно наращивать, устанавливая узел классификации блоками).

Общий вид классификатора и узла классификации показан на рис.1-2.



Рис. 1. Гидродинамический классификатор



Рис. 2. Узел классификации

На рис. 3 показана схема узла классификации [4-8].

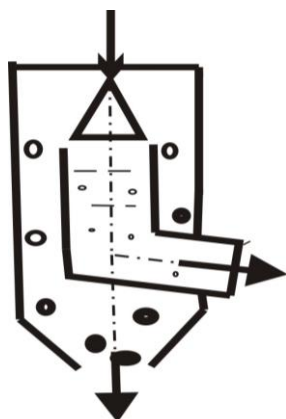


Рис. 3. Схема узла классификации [4-8]

Классификатор работает следующим образом. Пульпа насосом подается на рабочий орган, имеющий неподвижную конусообразную поверхность. Крупные частицы в результате удара о рабочую поверхность выбрасываются из потока пульпы и попадают в сборник крупных частиц, мелкие частицы уносятся вместе с пульпой.

В результате испытаний получены два продукта пески и слив, с характеристиками, приведенными в табл. 2-3.

Таблица 2

Характеристики песков гидродинамического классификатора

Классы крупности, мм	Выход, г	Выход $\gamma$ , %	Зольность класса $A^d$ , %	Содержание золы в классе $c_z$ , %	Содержание угля в классе $c_y$ , %
+1	50	3,99	7,2	0,28	3,7
0,5-1,0	125	9,97	17,9	1,78	8,19
0,25-0,5	340	27,13	19,5	5,29	21,84
0,125-0,25	378	30,16	22,8	6,87	23,29
0-0,125	360	28,73	24,1	6,92	21,8
	$\Sigma = 1253$	$\Sigma = 100$		$\Sigma = 21,17$	$\Sigma = 78,83$

Таблица 3

Характеристики слива гидродинамического классификатора

Классы крупности, мм	Выход, г	Выход $\gamma$ , %	Зольность класса $A^d$ , %	Содержание золы в классе $c_z$ , %	Содержание угля в классе $c_y$ , %
+1	—	—	—	—	—
0,5-1,0	140	6,0	22,5	1,35	4,66
0,25-0,5	732	31,41	32,7	10,27	21,14
0,125-0,25	610	26,18	30,6	8,01	18,17
0-0,125	848	36,39	42,1	15,32	21,07
	$\Sigma = 2330$	$\Sigma = 100$		$\Sigma = 34,96$	$\Sigma = 65,04$

Как видно из табл. 1-3 в результате использования гидродинамического классификатора из высокозольных шламов с содержанием золы  $c_z = 35,25\%$ , удалось выделить низкозольный угольный концентрат с содержанием золы  $c_z = 21,17\%$  и высокозольный слив с содержанием золы  $c_z = 34,96\%$ .

Таким образом, полученные результаты показали эффективность работы гидродинамического классификатора и возможность его использования на обогатительной фабрике вместо винтового сепаратора.

### *Выводы*

На территории Украины накоплено большое количество отходов обогащения с высоким содержанием угля, что является результатом несовершенства техники и технологии получения концентратов. Использование на различных этапах переработки шламов тонкой классификации позволяет увеличить выход углеродной части и повысить качество концентрата.

Применение технологии, включающей гидродинамическую классификацию, при переработке угольных шламов предприятий угольной отрасли позволит достигнуть следующих результатов:

- повысить экономическую эффективность предприятий угольной отрасли;
- расширить сырьевую базу для коксохимических производств и энергетики;
- решить проблемы создания дополнительных емкостей для складирования отходов;
- значительно улучшить экологическую обстановку в угледобывающих и углеперерабатывающих регионах.

Гидродинамический классификатор может также эффективно использоваться для получения качественного сырья при переработке различных тонкозернистых материалов: строительный песок (отсевы гранита, базальта и т.п.), россыпных месторождений, где требуется извлекать тонкозернистый продукт, например, извлечение мелкого янтаря и т.п.

### **Список литературы**

1. Круть О.А. Водовугільне паливо. – К.: Наукова думка, 2002. – 172 с.
2. Гарус В.К. Совершенствование технологии тонкого грохочения илосодержащих угольных шламов Западного Донбасса: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Днепропетровск, 2004. – 20 с.
3. Полулях А.Д. Технологические регламенты углеобогажительных фабрик: справ.-информ. пособие. – Днепропетровск, 2002. – 856 с.
4. Шевченко А.И. Снижение граничной крупности пленочной классификации тонкозернистых материалов путем совершенствования профиля рабочей поверхности / А.И. Шевченко // Геотехническая механика: Сб. науч. тр. ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 1997. Вып. 3. – С. 184-186.
5. Шевченко А.И. Методика расчета конусного смывного устройства и режимов его работы / А.И. Шевченко // Геотехническая механика: сб. науч. тр. ИГТМ НАН Украины –

## **Гравітаційна сепарація**

---

Днепропетровск, 2002. – Вып. 36. – С. 209-218.

6. Шевченко А.И. Переработка угольных шламов с помощью гидравлического конусного классификатора с вогнутой рифленой рабочей поверхностью / А.И. Шевченко // Геотехническая механика: Сб. науч. тр. ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск. – 2008. – Вып.74. – С. 14-21.

7. Шевченко А.И. Совершенствование технологии и технологическая схема обогащения отходов добычи и переработки строительных материалов / А.И. Шевченко // Геотехническая механика: Сб. науч. тр. ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск. – 2017. – Вып. 65(106). – С. 39-47.

8. Шевченко А.И. Совершенствование технологической схемы переработки угольных шламов для извлечения из них тонкозернистого угля / А.И. Шевченко // Геотехническая механика: Сб. науч. тр. ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск. – 2017. – Вып. 65(106). – С. 53-59.

© Шевченко А.И., 2018

*Надійшла до редколегії 15.08.2018 р.  
Рекомендовано до публікації д.т.н. М.С. Четвериком*