

Е.И. НАЗИМКО, д-р. техн. наук, **С.Л. БУКИН**, канд. техн. наук,
А.Н. КОРЧЕВСКИЙ

(Украина, Донецк, Донецкий национальный технический университет),

Р.А. ШОЛДА

(Украина, Луганск, ООО "Энерго-Альянс"),

К.В. ХВОРОСТЯНОЙ

(Украина, Луганск, ООО "Востокэнергоэкспорт")

ИСПЫТАНИЕ КОНЦЕНТРАЦИОННОГО СТОЛА СКО-5х2 В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Утилизация техногенных захоронений угольных обогатительных фабрик представляет собой переработку отходов с целью их рационального использования. В этом случае отходы являются вторичным сырьем, а сама утилизация классифицируется как вторичная.

Вторичная утилизация подразумевает использование продуктов после специальной переработки отходов. В результате процессов вторичной утилизации образуются продукты иного состава, отличающиеся от исходных отходов.

В настоящее время запасы балансовых и забалансовых шламов в Украине составляют соответственно 2,1 и 113,7 млн т [1]. Под шламовые отстойники занято около 500 га земель, под илонакопители – 1800 га. В Донецкой и Луганской областях площадь илонакопителей составляет около 1200 га, где сосредоточено порядка 63 млн. м³ шламов. Наличие этих промышленных сооружений ухудшает экологическую ситуацию в регионе.

Таким образом, исследование проблемы вторичной переработки и утилизации продуктов обогащения является актуальной научно-практической задачей.

Анализ исследований и публикаций. Существующие комплексы переработки вторичного угольного сырья имеют различные технологические схемы, которые объединяются в ряд групп по типу применяемого оборудования и последовательности его подключения. В процессе практического использования сформировались наиболее типичные схемы. Крупность складированного зернистого материала достигает 3мм и в некоторых случаях несколько больше. Для обогащения зернистых материалов такой крупности применяются следующие типы основного обогатительного оборудования: винтовые сепараторы – для класса 1-3 мм, винтовые шлюзы – для материала крупностью 0,5-1 мм, флотационные машины – для класса крупностью менее 0,5 мм [2]. Это основное оборудование дополняется различными видами вспомогательного – грохоты, центрифуги, гидроциклоны, насосы и др.

Применение различных разделительных аппаратов для разной крупности в единой технологической схеме модульной установки приводит к ее усложнению и нагромождению основного и вспомогательного оборудования.

В 60-70 годах прошлого столетия на ряде углеобогатительных фабриках

Гравітаційна сепарація

Донбасса експлуатувалися концентраційні столи підвешеного виконання типу СКПМ-6, опорного виконання типу ЯСК-1 і СКМ-1. Технологічне призначення концентраційних столів складалося в переробці машинних класів 0-13, 0-6, 0-3, 0-1 мм [3]. Прийомляема ефективність роботи концентраційних столів при обогаченні вугілля має практичні доказателі. Крім того встановлено, що при наявності вільних зерен піриту в питанні, вони видаляються в відходи. При цьому відбувається обессеривання шламу шляхом виділення вільної піритної сери в класах крупністю до 3 мм [3, 4].

Постановка задачі. Метою нинішньої роботи є дослідження роботи і випробування концентраційного столу СКО-5×2 в польових умовах.

Изложение материала и результаты. Співробітниками кафедри "Обогачення корисних копалин" Донецького національного технічного університету розроблена конструкція і спроектований двухдечний концентраційний стіл опорного виконання типу СКО-5×2 [5]. Цей апарат був використаний для розділення лому кольорових металів.

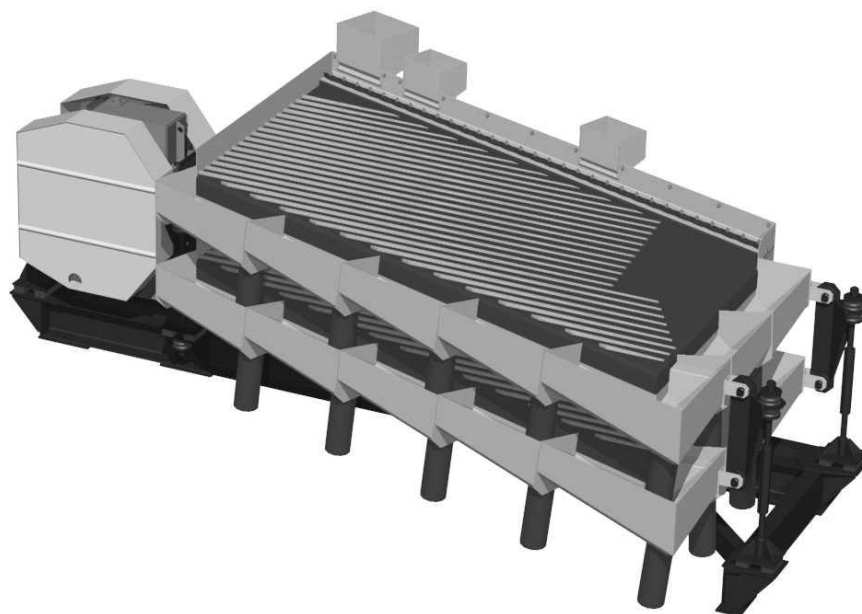


Рис. 1. Концентраційний стіл СКО-5×2 (3D вид моделі)

В нинішнє час концентраційний стіл цього типу виготовлений і введений в експлуатацію спільно з ООО "Енерго-Альянс" і ООО "Востокенергоекспорт" в технологічну ланку модуля переробки вугільних шламу. Загальний вигляд концентраційного столу представлений на рис. 1.

Загальна робоча площа концентраційного столу становить 5 м² при двухдечному виконанні – по 2,5 м² кожна дека. Вибровозбудитель і дека через незалежні підвіски зібрані на одній рамі. Агрегат є самостійною технологічною одиницею. В конструкції передбачена можливість зміни кутів продольного і поперечного розташування дека. Динамічна система дозволяє змінювати статичний момент вибровозбудителя і регулювати частоту коливань. Використання амортизаторів типу БРМ

(блок резино-металлический) позволило снизить горизонтальные и вертикальные составляющие динамических нагрузок и привести их к минимальным значениям. Техническая характеристика стола СКО-5×2 представлена в табл. 1.

Таблица 1

Наименование параметра и размерность	Величина
1. Производительность по шламу 0-3 мм, т/ч	4-5
2. Частота колебаний дек, мин ⁻¹	290-350
3 Амплитуда колебаний, мм	4-10
4. Число дек, шт.	2
5. Площадь одной деки, м ²	2,5
6. Пределы изменения продольного угла наклона дек, град.	-2-6
7. Пределы изменения поперечного угла наклона дек, град.	0-10
8. Установочная мощность, кВт	1,5
9. Общий вес, кг	1130

Особенностями данного исполнения стола СКО-5×2 являются:

- применение бигармонического инерционного вибровозбудителя;
- двухдечное исполнение, что позволило увеличить рабочую площадь без увеличения габаритов по длине и ширине концентрационного стола;
- система независимой подвески, что дает возможность изменять (в режиме колебаний) одновременно продольный и поперечный углы наклона дек;
- равномерное распределение питания по декам;
- особый профиль системы нарифлений, смоделированный специально под обогащение угольных шламов крупностью 0-3 мм;
- использование семи лотков для приема веера разделяемого материала по периметру дек;
- конструкция системы подвеса дек, позволяющая устанавливать до 6 дек;
- дифференциальное распределение зольности по длине дек стола (первые пять лотков продольной части служат для приема концентрата, два лотка торцевой части – для приема отходов).

В период 7-11 ноября 2009 г. были проведены испытания разработанной конструкции концентрационного стола в полевых условиях. В ходе испытаний изменялась нагрузка по питанию на аппарат, амплитуда и частота колебаний. Результаты испытаний представлены в табл. 2. Постоянными в испытаниях оставались поперечный угол наклона дек, который составлял 5°, и продольный угол наклона, принятый равным 2°.

По полученным данным были определены такие технологические показатели как эффективность процесса, селективность разделения и коэффициент обогащения. Эффективность вычислена по формуле Т.Г. Фоменко [6]:

$$E = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 / 100, \tag{1}$$

где ε_1 , – извлечение горючей массы в концентрат, %; ε_2 – извлечение минеральной массы в отходы, %.

Гравітаційна сепарація

Селективность сепарации оценивалась по формуле Годэна:

$$S_G = ((100 - A_k) / A_k) (A_o / (100 - A_o)). \quad (2)$$

Здесь A_k и A_o – зольность концентрата и отходов, соответственно, %.

Коэффициент снижения зольности (коэффициент обогащения) определялся как отношение зольностей питания операции и полученного концентрата:

$$K_{об} = A_{пит} / A_k. \quad (3)$$

Таблица 2

Режим	Нагрузка Q, т/ч	Частота колебаний, мин ⁻¹	Амплитуда колебаний, мм	Зольность питания стола, %	Концентрат, %		Отходы, %	
					выход	зольность	выход	зольность
1	21,3	325	4,5	42,1	62,8	21,1	37,2	77,6
2	27,6	325	4,5	43,8	55,2	18,9	44,8	74,5
3	60,2	345	6	38,2	72,7	22,3	27,3	80,5
4	21,1	325	4,5	41,7	64,9	19,4	35,1	82,9
5	40,3	325	4,5	42,4	67,5	22,8	32,5	83,1
6	39,8	325	4,5	41,1	68,4	20,7	31,6	85,3
7	69,4	345	6	39,8	59,1	19,1	40,9	69,7
8	63,9	345	6	41,3	61	24,8	39	69,4
9	57,2	345	5	42,2	60,5	22,4	39,5	72,5
10	40,6	325	4,5	34,9	73,2	17,8	26,8	81,6
11	54,2	340	5	42,4	65,5	19,3	34,5	86,3

Из данных табл. 2 видно, что нагрузка на концентрационный стол превышала паспортные номинальные значения в ряде случаев на порядок.

Сравнение показателей разделения показано в графической форме на рис. 2. Для удобства изображения на одном графике коэффициент обогащения представлен в виде коэффициента K_1 . При этом между значениями этих показателей принято соотношение:

$$K_1 = 10 \cdot K_{об}. \quad (4)$$

Как следует из графиков, каждый показатель имеет свою закономерность изменения. Например, при режиме №2 получено достаточно высокое значение эффективности процесса – 60,7. Коэффициент K_1 , связанный с коэффициентом обогащения зависимостью (4), имеет максимальное значение из всех 23,2. Но селективность разделения угольных и породных фракций при этом режиме низкая и равняется 12,5.

Анализ данных позволяет заключить, что наиболее низкие показатели получены при технологических режимах №3 и №8 (из представленных в табл. 2). В этом случае при высокой нагрузке на стол по твердому, которая составляла 60-64 т/ч, и наибольших значениях амплитуды и частоты колебаний получены

высокозольные концентраты, а в режиме №8 – относительно низкозольные отходы. Эффективность обогащения имела значения 51-52, селективность разделения низкая: для режима №8 – 6,9, для режима №3 этот показатель равен 12,4. Коэффициент обогащения K_1 имеет близкие значения и в первом случае составляет 16,7, во втором – 17,1.

Следует напомнить, что на результаты разделения на концентрационных столах оказывает значительное влияние такой параметр как расход воды. Однако, в полевых условиях не представилась возможность исследовать это влияние.

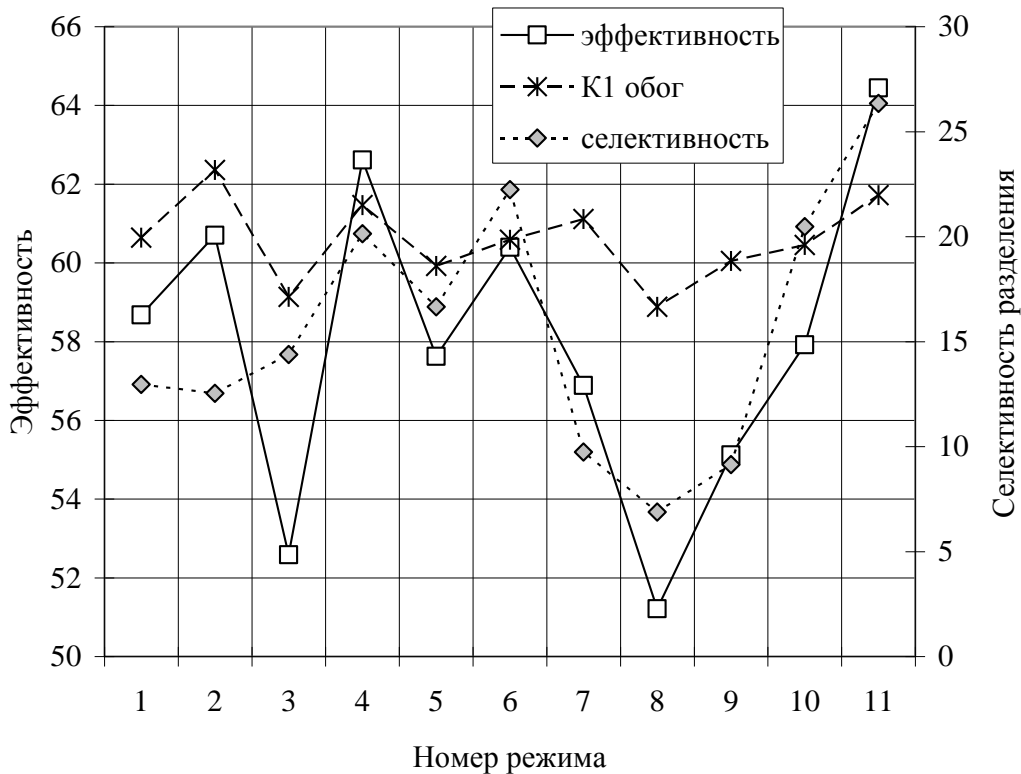


Рис. 2. Технологические показатели обогачення угільного шламу на концентраційному столі СКО-5x2 в польових умовах

Наиболее высокие значения полученных показателей соответствуют режиму №11. При этом достигнута максимальная эффективность обогачення, равная 64,4 и наибольшее значение селективности процесса – 26,3. Коэффициент K_1 имеет достаточно большую величину, хотя и не максимальную, но близкую к ней – 21,97.

Выводы и направления дальнейших исследований. Таким образом, проведенные испытания обогачення энергетических шламов из илонакопителей в полевых условиях показали принципиальную возможность получения удовлетворительных технологических показателей даже при высоких нагрузках на концентрационный стол. При оптимальном регулировании режима вибраций и технологических параметров процесса, таких как расход воды и нагрузка по твердому, вполне реально достижение высоких значений эффективности и селективности обогачення угільных шламов не только энергетических марок. С

Гравітаційна сепарація

учетом того, что концентрационные столы являются оборудованием, которое имеет широкие технологические возможности, возможно их эффективное применение для решения различных технологических задач.

Направление дальнейших исследований может быть связано с более детальным исследованием возможностей концентрационных столов типа СКО-5×2 и подбором рациональных технологических режимов для различного сырья.

Список литературы

1. Гарковенко Е.Е., Назимко Е.И., Папушин Ю.Л., Корчевский А.Н. Угольные ило-накопители как дополнительный источник энергетического топлива // Энергосбережение: Журн. – 2009. – №5 – С. 24–25.
2. Полулях А.Д. Особенности современных технологий углеобогащения // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2003. – Вып. 17(58) – С. 3–6.
3. Благов И.С. Обогащение углей на концентрационных столах. Монография. – М.: Недра, 1967. – 136 с.
4. Кизевальтер Б.В. Теоретические основы процессов гравитационного обогащения. М.: Недра, 1979. – 296 с.
5. Букин С.Л., Бредихин В.Н., Корчевский А.Н. Разделение лома цветных и редких металлов на концентрационном столе с бигармоническим вибровозбудителем // Совершенствование технологии и оборудования по переработке лома и отходов, содержащих драгоценные металлы. Материалы IV науч.-техн. конференции 16-18 апреля 1996 г. Донецк: ДоНИЦМ, 1996. – С. 17–20.
6. Коткин А.М., Ямпольский К.Д., Геращенко К.Д. Оценка обогатимости угля и эффективности процессов обогащения. – М.: Недра, 1982. – 198 с.

© Назимко Е.И., Букин С.Л., Корчевский А.Н., Шолда Р.А., Хворостяной К.В., 2010

*Надійшла до редколегії 05.03.2010 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. О.Д. Полуляхом*

УДК 622.74

А.Д. ПОЛУЛЯХ, д-р техн. наук,
О.В. ПОЛУЛЯХ, В.О. ФИРСОВ
(Украина, Днепропетровск, Национальный горный университет)

О НОРМИРОВАНИИ ЗАСОРЕНИЯ ПРОДУКТОВ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ОТСАДКИ УГЛЕЙ НЕКОНДИЦИОННЫМИ ФРАКЦИЯМИ

Расчет практического баланса продуктов обогащения рядового угля, выполняемый в соответствии с СОУ 10.1.00185755.002-2004., осуществляется на основании установленных норм их засорения некондиционными фракциями.

Нормы взаимозасоряемости продуктов обогащения устанавливаются на основании обобщения показателей работы обогатительного оборудования и зависят от способа обогащения, типа оборудования, диапазона крупности ма-