

**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-5x2 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. м<sup>3</sup> 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 углеобогачительных фабриках Донбасса эксплуатировались концентрационные столы подвешенного исполнения типа СКПМ-6, опорного исполнения типа ЯСК-1 и СКМ-1. Технологическое назначение концентрационных столов состояло в переработке машинных классов 0-13мм, 0-6мм, 0-3мм, 0-1мм [3]. Приемлемая эффективность работы концентрационных столов при обогащении углей имеет практические доказательства. Кроме того установлено, что при наличии свободных зерен пирита в питании, они удаляются в отходы. При этом происходит обессеривание шламов путем выделения свободной пиритной серы в классах крупностью до 3мм [3, 4].

**Постановка задачи.** Целью настоящей работы является исследование работы и испытание концентрационного стола СКО-5х2 в полевых условиях.

**Изложение материала и результаты.** Сотрудниками кафедры «Обогащение полезных ископаемых» Донецкого национального технического университета разработана конструкция и спроектирован двухдечный концентрационный стол опорного исполнения типа СКО-5х2 [5]. Этот аппарат был использован для разделения лома цветных металлов.

В настоящее время концентрационный стол этого типа изготовлен и внедрен совместно с ООО «Энерго-Альянс» и ООО «Востокэнергоэкспорт» в технологическую цепочку модуля переработки угольных шламов. Общий вид концентрационного стола представлен на рис. 1.

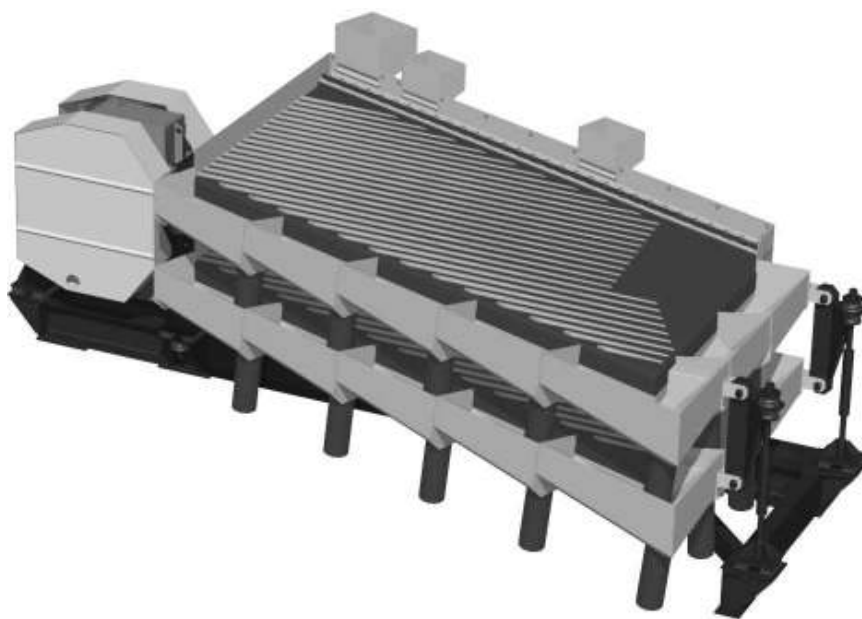


Рис. 1. Концентрационный стол СКО-5х2 (3D вид модели)

Общая рабочая площадь концентрационного стола составляет  $5\text{ м}^2$  при двухдечном исполнении - по  $2,5\text{ м}^2$  каждая дека. Вибровозбудитель и деки через независимые подвески собраны на одной раме. Агрегат является самостоятельной технологической единицей. В конструкции предусмотрена возможность изменения углов продольного и поперечного расположения деки. Динамическая система позволяет изменять статический момент вибровозбудителя и регулировать частоту колебаний. Использование

амортизаторов типа БРМ (блок резино-металлический) позволило снизить горизонтальные и вертикальные составляющие динамических нагрузок и привести их к минимальным значениям. Техническая характеристика стола СКО-5х2 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 <sup>-1</sup>	290-350
3 Амплитуда колебаний, мм	4-10
4. Число дек, шт.	2
5. Площадь одной деки, м <sup>2</sup>	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-5х2 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 2009г. 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<sup>0</sup>, и продольный угол наклона, принятый равным 2<sup>0</sup>.

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

$$E = \varepsilon_1 * \varepsilon_2 / 100, \quad (1)$$

где  $\varepsilon_1$  – извлечение горючей массы в концентрат, %;  $\varepsilon_2$  – извлечение минеральной массы в отходы, %.

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 № п/п	На- груз- ка Q, т/ч	Частота колеба- ний, мин <sup>-1</sup>	Ампли- туда колеба- ний, мм	Зольность питания стола, %	Концентрат, %		Отходы, %	
					выход	золь- ность	выход	золь- ност
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  $K_I$ . При этом между значениями этих показателей принято соотношение:

$$K_I = 10 * K_{об} . \quad (4)$$

Как следует из графиков, каждый показатель имеет свою закономерность изменения. Например, при режиме №2 получено достаточно высокое значение эффективности процесса - 60,7. Коэффициент  $K_I$ , 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 60-64т/ч, и наибольших значениях амплитуды и частоты колебаний получены высокозольные концентраты, а в режиме №8 - относительно низкзольные 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.

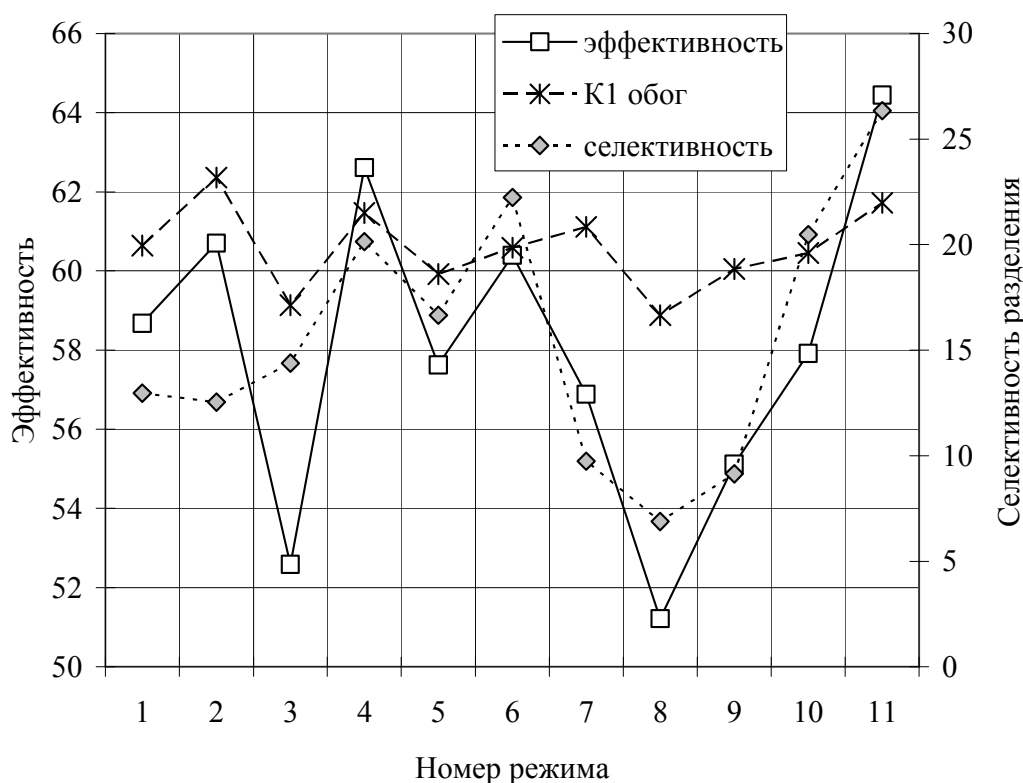


Рис. 2. Технологические показатели обогащения угольного шлама на концентрационном столе СКО-5х2 в полевых условиях

Наиболее высокие значения полученных показателей соответствуют режиму №11. При этом достигнута максимальная эффективность обогащения, 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 обогащения 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 обогащения угольных шламов не только энергетических марок. С 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-5х2 и подбором рациональных технологических режимов для различного сырья.

### Список литературы

1. **Е.Е. Гарковенко, Е.И. Назимко, Ю.Л. Папушин, А.Н. Корчевский.** Угольные илонакопители как дополнительный источник энергетического топлива // Энергосбережение: Журн. – 2009. - №5 - С.24-25.
2. **А.Д. Полулях.** 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. **С.Л. Букин, В.Н. Бредихин, А.Н. Корчевский.** 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.

*Рукопись поступила в редакцию 30.03.10  
Рекомендована к опубликованию д.т.н. Полуляхом А.Д.*