

УДК 622.794

**Ю.Л. ПАПУШИН**, канд. техн. наук,

**Е.В. РЯБУШЕНКО**

(Україна, Донецьк, Донецький національний технічний університет)

## **ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДОНБАССА**

Напряженный топливный баланс в Украине и неблагоприятная экологическая обстановка в Донбассе требуют разработки эффективных способов энергетического использования в топливном комплексе страны мелкозернистых высокобалластных углесодержащих продуктов из отстойников шахт и илонакопителей обогатительных фабрик. Только в илонакопителях Донбасса ежегодно складывается более 10 млн. т тонкозернистых шламов с содержанием органической массы 25–40%. Всего же в указанных накопителях находится свыше

120 млн. т флотационных отходов и запасы их непрерывно растут. Складирование их сопровождается отторжением значительных площадей (свыше 1500 га) и экологической напряженностью в регионе.

Ряд илонакопителей вследствие относительно низкой зольности отходов, по существу, являются техногенными месторождениями, из которых технически возможно получать энергетическое топливо, а в некоторых случаях и концентрат для коксования.

Качественные показатели шламов, хранящихся в илонакопителях, колеблются в широких пределах по глубине и площади распределения, что затрудняет переработку сырья. Кроме того, каждый илонакопитель в зависимости от марки угольной фракции, ее свойств требует индивидуального подхода при разработке технологии его использования.

Существующая практика извлечения и переработки отходов флотации сводится в большинстве случаев к простейшей операции – мокрая классификация исходного шлама по крупности (0,125–0,2) мм и реализация надситного продукта после естественной сушки. При этом сброс илистой фракции осуществляется, как правило, в разрабатываемый илонакопитель.

## Загальні питання технології збагачення

Подобная "технология" приводит к потерям горючей фракции с тонкими частицами и снижает вероятность эффективной разработки данного илонакопителя в будущем.

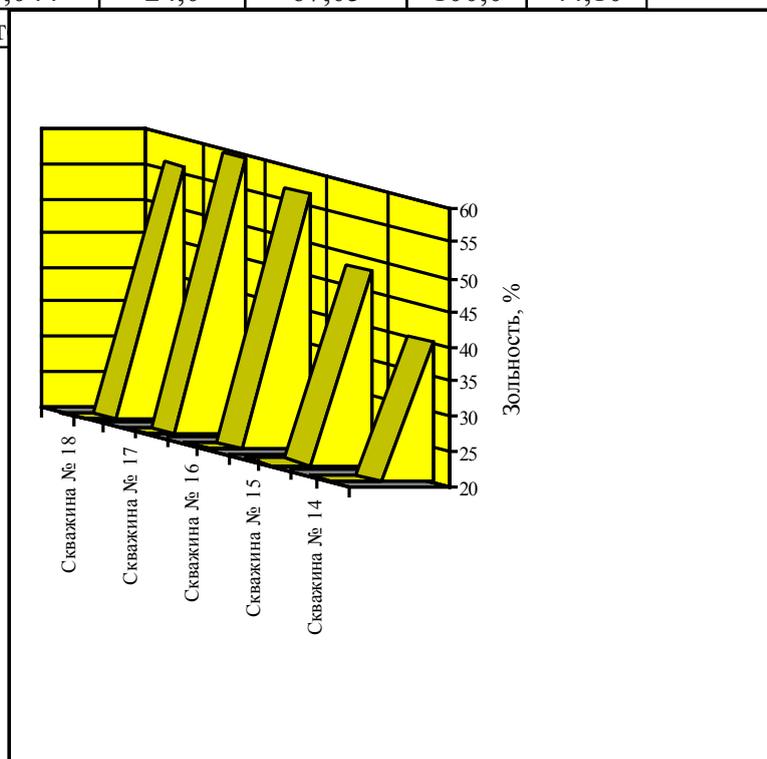
В данной работе исследовался илонакопитель Ясиновского КХЗ. По разработанной сетке было произведено зондирование илонакопителя по свободной от воды поверхности на глубину до 8 м. Общее количество скважин составило 20 шт.

На основании результатов гранулометрического анализа проб всех скважин было выяснено, что зольность шлама по скважинам различается в значительной мере от 40 до 65% (рис. 1). Большое значение для возможности использования шламов имеет содержание в нем класса крупнее 0,1 мм. Данный показатель предопределяет возможность обогащения шлама простым гравитационным методом.

В табл. 1 приведен средний гранулометрический состав зоны, ограниченной скважинами № 12–18.

Таблица 1

Крупность, мм	Выход, %	Зольность, %	Выход сверху, %	
			$\gamma$ , %	$A^d$ , %
> 1,0	3,3	5,97	3,30	5,97
1–0,5	9,1	14,05	12,35	11,89
0,5–0,3	12,2	25,61	24,55	18,71
0,3–0,1	31,2	42,63	55,75	32,09
0,1–0,044	20,2	49,98	76,00	36,86
< 0,044	24,0	67,05	100,0	44,10
Ит				



## Загальні питання технології збагачення

Рис. 1. Распределение зольности шлама по скважинам № 14–18

Усредненный фракционный анализ класса более 0,1 мм рассматриваемой зоны (табл. 1) свидетельствует о возможности обогащения его на простых гравитационных аппаратах, например винтовых сепараторах.

Технологические особенности обогащения данного сырья на этих аппаратах изучались путем физического и математического моделирования процесса.

В лабораторных условиях был реализован рототабельный композиционный факторный эксперимент второго порядка.

Входными факторами приняты: производительность сепаратора,  $Q$ ; содержание твердого в питании,  $T$ ; содержание в исходном классе  $<0,1$  мм,  $\gamma$ . В качестве выходных параметров служили качественные показатели продуктов обогащения – зольность концентрата ( $A_{\text{кт}}$ ) и зольность отходов ( $A_{\text{отх}}$ ).

Обработка результатов с помощью программы "Statgrafics 3.0 Plus" при доверительной вероятности  $P = 95\%$  позволила получить следующие математические модели (в стандартизованном масштабе):

$$A_{\text{отх}} = 66.33 - 1.55 \cdot T - 2.41 \cdot Q - 4.40 \cdot \gamma + 0.27 \cdot T^2 - 0.12 \cdot T \cdot Q - 0.34 \cdot T \cdot \gamma + 0.81 \cdot Q^2 - 0.41 \cdot Q \cdot \gamma - 0.34 \cdot \gamma^2 \quad (1)$$

$$A_{\text{кон}} = 9.25 + 0.87 \cdot T + 1.01 \cdot Q + 1.16 \cdot \gamma + 0.21 \cdot T^2 - 0.39 \cdot T \cdot Q - 0.59 \cdot T \cdot \gamma + 0.79 \cdot Q^2 + 0.75 \cdot Q \cdot \gamma \quad (2)$$

Статистически незначимые коэффициенты модели опущены. Адекватность моделей доказана с помощью критерия Фишера. ( $F_{\text{таб}} > F_{\text{рас}}$ ).

Среднеквадратическая ошибка эксперимента составила  $S_{\text{хв}} = 1,55\%$ ,  $S_{\text{кон}} = 0,24\%$ .

Анализ моделей показал, что наиболее существенным фактором процесса является содержание тонких классов в исходном питании. С повышением данного параметра с одной стороны падает зольность отходов, т.е. увеличиваются потери угольной фракции, с другой – растет зольность концентрата.

Содержание твердого в питании оказывает наименьшее влияние на процесс. Для промышленного применения технологии можно рекомендовать значение данного фактора: 450–500 г/л.

Нагрузку на сепаратор следует поддерживать равной ее паспортному значению.

Найденные зависимости иллюстрируются (рисунок) компьютерным изображением частных сечений поверхностей отклика, построенные в соответствии с выражениями (1 и 2).

## Загальні питання технології збагачення

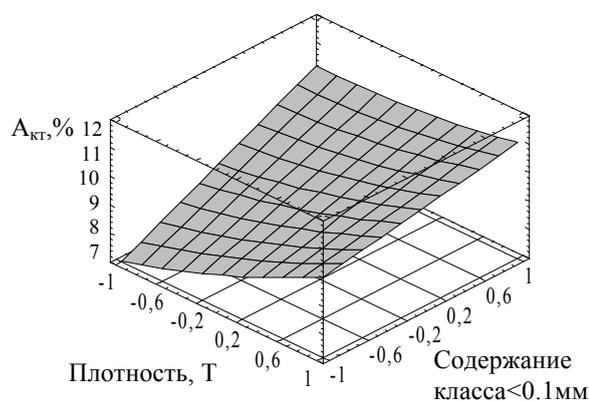
Анализ моделей показал, что наиболее существенным фактором процесса является содержание тонких классов в исходном питании. С повышением данного параметра с одной стороны падает зольность отходов, т.е. увеличиваются потери угольной фракции, с другой – растет зольность концентрата.

Содержание твердого в питании оказывает наименьшее влияние на процесс. Для промышленного применения технологии можно рекомендовать значение данного фактора: 450–500 г/л.

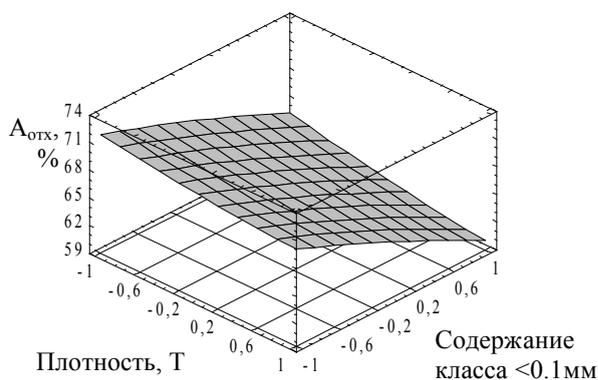
Нагрузку на сепаратор следует поддерживать равной ее паспортному значению.

Таблица 2

Плотность Разделения т/м <sup>3</sup>	Выход, %	Золь-нос ть, %	Выход сверху, %	
			γ, %	A <sup>d</sup> , %
<1,4	45,9	3,68	45,9	3,68
1,4–1,6	14,4	7,16	60,3	4,51
1,6–1,8	7,2	35,47	67,5	7,81
> 1,8	32,5	79,68	100,0	31,17
Итого	100,0	31,17		



**а**



**б**

Рис. 2. Частные сечения поверхности отклика зольности концентрата (а) и отходов (б) по осям плотность питания – содержание класса < 0,1 мм

Таким образом, при разработке схемы обогащения материала илонакопителя (рис. 3) следует предусмотреть предварительную операцию – удаление тонких классов из исходного сырья.

## Загальні питання технології збагачення

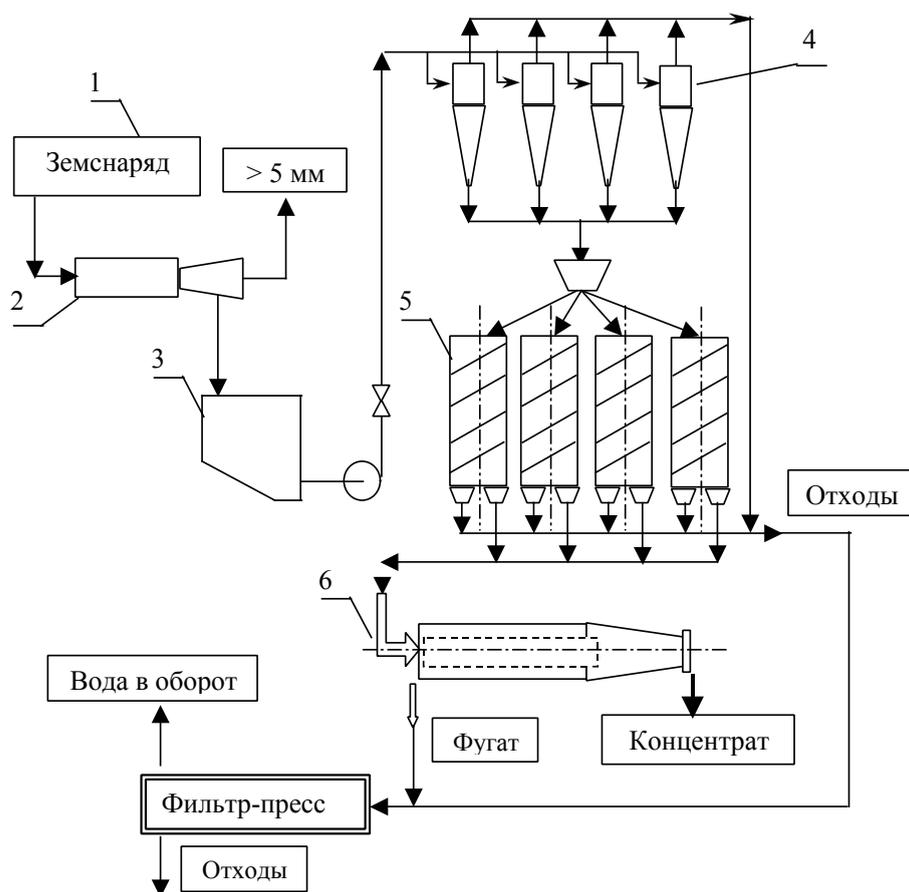


Рис. 3. Схема оборудования обогащения шламов илонакопителя:  
1 – землесосный снаряд; 2 скрубер–бутара; 3 – зумпф с насосом;  
4 – батарея гидроциклонов; 5 – блок винтовых сепараторов;  
6 – осадительная центрифуга

С целью создания благоприятных условий для последующей рекультивации отрабатываемого илонакопителя в технологической схеме необходима также операция глубокого обезвоживания выделяемых тонких классов и получаемых при обогащении отходов, например, на фильтр-прессах. Это позволит осуществить складирование обезвоженных высокозольных отходов в породных отвалах.

Технологический расчет схемы показал, что ее внедрение позволит выделить из шламов илонакопителя до 25% коксового концентрата зольностью до 10% и более 12% энергетического концентрата зольностью до 25–30%.

### Список литературы

1. Порядок учета, разработки, переработки и использования ресурсов вторичного топлива из отходов обогатительных фабрик./Руководящий нормативный документ Министерства угольной промышленности Украины. – "УкрНИИУглеобогащение, 1999.
2. Полулях А.Д. Технологические регламенты углеобогатительных фабрик. –

## **Загальні питання технології збагачення**

Днепропетровск: Национальный горный университет. 2002. – 854 с.

3. Подготовка минерального сырья к обогащению и переработке/**В.И. Ревнивцев, Е.И. Азбель, Е.Г. Баранов и др.** Под ред. **В.И. Ревнивцева.** - М.:Недра, 1987 – 307 с.

© Папушин Ю.Л., Рябушенко Е.В., 2005

*Надійшла до редколегії 25.04.2005 р.  
Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І. Піловим*