

**ИСПЫТАНИЯ ГРОХОТА ДЛЯ ТОНКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ
УГОЛЬНЫХ ШЛАМОВ**

Наведено результати іспитів гуркоту для тонкої класифікації вугільних шламів. Показано, що при поділі на ньому шламів по заданій на основі аналізу узятих проб крупності одержують низькозольний вугільний концентрат, придатний для коксохімії й енергетики.

TRIALS OF A SCREEN FOR THIN CLASSIFICATION OF COAL SLIMES

The test data of a screen for thin classification of coal slimes are reduced. It is noted, that at separation on it of slimes on given on the basis of analysis of taken samples of fineness of aggregate gain low sol coal concentrate applicable for coke chemistry and power engineering.

Для покрытия дефицита энергоресурсов в Украине все больше внимания уделяется переработке шламов, наличие в которых значительного количества угля является результатом несовершенства технологии его обогащения. Разработка и внедрение на обогатительных фабриках эффективных способов и средств переработки шламов является одной из наиболее актуальных проблем современного обогащения угля. Поскольку шламы представляют собой углеродосиликатную массу, физическая сущность метода переработки шламоохранилищ заключается в разделении шламов на составляющие (углерод - силикаты) [1], что в полной мере при существующей технологии не представляется возможным.

Целью данных исследований является определение возможности извлечения из шламов углеродной массы без применения специальных методов глубокого обогащения.

Результаты исследований [1] указывают на принципиальную возможность получения низкозольного угольного концентрата из высокозольного шлама путем тонкой классификации (см. табл. 1-6).

Таблица 1 – Характеристика пробы в точке 1 с зольностью исходного продукта $A^d = 24,93\%$.

№ п/п	Классы, мм	Выход класса γ , %	Зольность класса A^d , %	Содержание золы в классе c_z , %	Содержание угля в классе c_y , %
1	+2,5-5,0	0,01	5,7	0,001	0,009
2	+1,6-2,5	0,08	8,04	0,006	0,074
3	+1,0-1,6	0,73	15,35	0,112	0,618
4	+0,63-1,0	6,37	18,38	1,171	5,199
5	+0,315-0,63	33,66	15,66	5,271	28,389
6	+0,2-0,315	12,53	25,98	3,255	9,275
7	+0,1-0,2	12,43	27,61	3,432	8,998
8	+0,05-0,1	7,28	33,66	2,45	4,83
9	0-0,05	26,91	48,19	12,967	13,943
		$\Sigma = 100,0$		$\Sigma = 28,66$	$\Sigma = 71,34$

Проба в точке 1 имеет зольность исходного продукта 24,93 % при содержании угля 71,34 %. После разделения по крупности 0,05 мм в надрешетном продукте остается обогащенная масса зольностью 15,69 % и содержанием угля 57,39 %.

Таблица 2 – Характеристика пробы в точке 1 с зольностью исходного продукта $A^d = 70,15$ %.

№ п/п	Классы, мм	Выход класса γ , %	Зольность класса A^d , %	Содержание золы в классе c_z , %	Содержание угля в классе c_y , %
1	+2,5-5,0	9,58	49,11	1,27	1,31
2	+1,6-2,5	2,68	51,27	1,37	1,31
3	+1,0-1,6	4,42	52,53	2,32	2,1
4	+0,63-1,0	7,56	49,16	3,72	3,84
5	+0,315-0,63	25,19	65,40	16,47	8,72
6	+0,2-0,315	9,19	69,25	6,36	2,83
7	+0,1-0,2	10,13	71,95	7,29	2,84
8	+0,05-0,1	4,04	67,76	2,74	1,3
9	0-0,05	34,21	74,00	25,32	8,89
		$\Sigma = 100,0$		$\Sigma = 66,86$	$\Sigma = 33,14$

Проба в точке 2 имеет зольность исходного продукта 70,15 % при содержании угля 33,14 %. После разделения по крупности 0,2 мм в надрешетном продукте остается обогащенная масса зольностью 25,15 % и содержанием угля 17,28 %.

Таблица 3 – Характеристика пробы в точке 3 с зольностью исходного продукта $A^d = 24,68$ %.

№ п/п	Классы, мм	Выход класса γ , %	Зольность класса A^d , %	Содержание золы в классе c_z , %	Содержание угля в классе c_y , %
1	+2,5-5,0	0,3	8,35	0,025	0,275
2	+1,6-2,5	1,3	2,29	0,029	1,271
3	+1,0-1,6	2,78	2,32	0,064	2,716
4	+0,63-1,0	2,65	3,83	0,101	2,549
5	+0,315-0,63	5,79	5,77	0,334	5,456
6	+0,2-0,315	3,41	12,29	0,419	2,991
7	+0,1-0,2	5,6	15,38	0,861	4,739
8	+0,05-0,1	2,02	21,62	0,437	1,583
9	0-0,05	76,15	41,38	31,51	44,64
		$\Sigma = 100,0$		$\Sigma = 33,78$	$\Sigma = 66,22$

Проба в точке 3 имеет зольность исходного продукта 24,68 % при общем содержании угля 66,22 %. После разделения по крупности 0,05 мм в надрешетном продукте остается обогащенная масса зольностью 2,27 % и содержанием угля 21,58 %.

Таблица 4 – Характеристика пробы в точке 4 с зольностью исходного продукта $A^d = 30,21$ %.

№ п/п	Классы, мм	Выход класса γ , %	Зольность класса A^d , %	Содержание золы в классе c_z , %	Содержание угля в классе c_y , %
1	+2,5-5,0	0,24	85,4	0,205	0,035
2	+1,6-2,5	0,02	25,6	0,005	0,015
3	+1,0-1,6	0,02	32,3	0,006	0,014
4	+0,63-1,0	0,03	33,66	0,01	0,02
5	+0,315-0,63	2,55	11,69	0,298	2,252
6	+0,2-0,315	12,31	15,5	1,908	10,402
7	+0,1-0,2	27,61	16,88	4,661	22,949
8	+0,05-0,1	11,86	29,8	3,534	8,326
9	0-0,05	45,36	44,08	19,995	25,365
		$\Sigma = 100,0$		$\Sigma = 30,62$	$\Sigma = 69,38$

Проба в точке 4 имеет зольность исходного продукта 30,21 % при содержании угля 69,38 %. После разделения по крупности 0,05 мм в надрешетном продукте остается обогащенная масса зольностью 10,63 % и содержанием угля 44,02, а при разделении по крупности 0,1 в надрешетном продукте остается обогащенная масса с зольностью 7,09 с содержанием угля 35,68. %.

Таблица 5 – Характеристика пробы в точке 5 с зольностью исходного продукта $A^d = 25,59$ %.

№ п/п	Классы, мм	Выход класса γ , %	Зольность класса A^d , %	Содержание золы в классе c_z , %	Содержание угля в классе c_y , %
1	+2,5-5,0	0,08	17,74	0,014	0,066
2	+1,6-2,5	0,08	17,78	0,014	0,066
3	+1,0-1,6	0,17	6,33	0,011	0,159
4	+0,63-1,0	0,95	4,93	0,047	0,903
5	+0,315-0,63	8,47	11,62	0,984	7,486
6	+0,2-0,315	7,09	11,62	0,824	6,266
7	+0,1-0,2	16,87	16,01	2,701	14,169
8	+0,05-0,1	2,74	21,83	0,598	2,142
9	0-0,05	63,55	38,69	24,587	38,963
		$\Sigma = 100,0$		$\Sigma = 29,78$	$\Sigma = 70,22$

Проба в точке 5 имеет зольность исходного продукта 25,59 % при содержании угля 70,22 %. После разделения по крупности 0,05 мм в надрешетном продукте остается обогащенная масса с зольностью 5,19 % и содержанием угля 31,26.

Проба в точке 6 имеет зольность исходного продукта 27,92 % при общем содержании угля 68,77 %. После разделения по крупности 0,05 мм в надрешетном продукте остается обогащенная масса с зольностью 2,9 % и содержанием угля 23,31.

Определив среднее значение качества обогащенной массы шлама по табл. 1-

б, получим среднюю зольность $A^d = 15-20$ % при среднем содержании угля 33-35 %. Таким образом, имеется реальная возможность получения из отходов углеобогащения угольных концентратов для коксохимии и энергетики с приведенными выше характеристиками.

Таблица 6 – Характеристика пробы в точке б с зольностью исходного продукта $A^d = 27,92$ %.

№ п/п	Классы, мм	Выход класса γ , %	Зольность класса A^d , %	Содержание золы в классе c_z , %	Содержание угля в классе c_y , %
1	+2,5-5,0	0,03	4,64	0,001	0,029
2	+1,6-2,5	0,03	11,44	0,003	0,027
3	+1,0-1,6	0,07	12,32	0,009	0,061
4	+0,63-1,0	0,4	6,97	0,028	0,372
5	+0,315-0,63	5,93	8,70	0,516	5,414
6	+0,2-0,315	5,23	10,34	0,541	4,689
7	+0,1-0,2	13,03	11,23	1,463	11,567
8	+0,05-0,1	1,49	23,00	0,343	1,147
9	0-0,05	73,79	38,39	28,328	45,462
		$\Sigma = 100,0$		$\Sigma = 31,23$	$\Sigma = 68,77$

Новая технология разделения состоит из двух основных операций: тонкой классификации угольной пульпы и максимально возможного обезвоживания полученного низзолыного угольного концентрата (надрешетного продукта).

Однако решение этой задачи осложняется тем, что угольные шламы содержат тонкие глинистые частицы крупностью менее 100 мкм, наличие которых увеличивает вязкость пульпы и, как следствие, ухудшает показатели разделения.

Исследованиями установлено, что для непрерывного удаления глинистых частиц и классификации требуется интенсивное силовое воздействие, например, вибрация с оптимальной частотой и амплитудой. В ИГТМ НАН Украины разработаны вибрационные грохоты для тонкой классификации сухих сыпучих материалов и пульп. Их работа основана на использовании динамической активности эластичной рабочей поверхности (сита) специальной конструкции, работающей в резонансном режиме с частотой колебаний привода грохота. При этом частоты колебаний должны обеспечивать высокую текучесть грохотимой горной массы через отверстия динамически активного сита [1-3].

Этот принцип рекомендован для модернизации серийных виброгрохотов при использовании их в процессе тонкой классификации. На этом принципе основаны опытные образцы виброгрохотов, выпускаемых ИГТМ НАН Украины в виде параметрического ряда для промышленной проверки и эксплуатации их при тонкой классификации горной массы (сухой и в виде пульпы).

Исходя из этих предпосылок, на обогатительной фабрике были проведены испытания в режиме тонкой классификации экспериментального грохота конструкции ИГТМ НАН Украины. Грохот был оснащен съемными ситами с размерами ячеек 100, 50 и 42 мкм.

Режим тонкой классификации осуществлялся при следующих параметрах:

- соотношение твердого к жидкому в пульпе, не менее 1:2;
- частота колебаний грохота, не менее 16 Гц (960-980 об/мин);
- амплитуда колебаний, мм 1-1,5;
- угол наклона короба грохота 10-12°.

В процессе испытаний на ОФ отбирались пробы исходного питания и над-решетного продукта, которые затем подвергались анализу в лабораториях обогатительной фабрики и ИГТМ НАН Украины (табл. 7-9).

Зольность исходного продукта составляла $A^d = 30-35 \%$.

Таблица 7 – Результаты анализа надрешетного продукта при испытаниях грохота с ячейкой сетки 100 мкм.

№ п/п	Классы, мм	Выход класса γ , %	Зольность класса A^d , %	Содержание золы в классе c_z , %	Содержание угля в классе c_y , %
1	+2,5-5,0	0,21	13,12	0,028	0,182
2	+1,6-2,5	0,47	6,88	0,032	0,438
3	+1,0-1,6	1,73	6,0	0,104	1,626
4	+0,63-1,0	7,35	7,83	0,576	6,774
5	+0,315-0,63	36,22	16,58	6,005	30,215
6	+0,2-0,315	23,93	21,99	5,262	18,668
7	+0,1-0,2	18,88	26,21	4,948	13,932
8	+0,05-0,1	2,36	27,41	0,647	1,713
9	0-0,05	8,85	37,16	3,289	5,561
		$\Sigma = 100,0$		$\Sigma = 20,89$	$\Sigma = 79,11$

Таблица 8 – Результаты анализа надрешетного продукта при испытаниях грохота с ячейкой сетки 50 мкм.

№ п/п	Классы, мм	Выход класса γ , %	Зольность класса A^d , %	Содержание золы в классе c_z , %	Содержание угля в классе c_y , %
1	+2,5-5,0	0,42	5,04	0,021	0,399
2	+1,6-2,5	0,63	6,06	0,038	0,592
3	+1,0-1,6	1,86	7,07	0,132	1,728
4	+0,63-1,0	5,59	7,28	0,407	5,183
5	+0,315-0,63	40,72	19,47	7,928	32,792
6	+0,2-0,315	24,42	28,01	6,84	17,58
7	+0,1-0,2	13,36	31,52	4,211	9,149
8	+0,05-0,1	6,19	34,52	2,137	4,053
9	0-0,05	6,81	39,62	2,698	4,112
		$\Sigma = 100,0$		$\Sigma = 24,41$	$\Sigma = 75,59$

Результаты анализов показали, что, при тонкой классификации угольных шламов с содержанием золы 30-35%, на экспериментальном грохоте конструкции ИГТМ НАН Украины зольность обезвоженного до 22-25 % влажности над-решетного продукта за счет удаления глинистых частиц крупностью менее 100 мкм составила 20-25% при содержании угля 74-79 %. При этом в процессе ра-

боты грохота в режиме тонкой классификации не было отмечено случаев зашламовывания сит, что указывает на процесс регенерации ситовой поверхности за счет вибраций.

Таблица 9 – Результаты анализа надрешетного продукта при испытаниях грохота с ячейкой сетки 42 мкм.

№ п/п	Классы, мм	Выход класса γ , %	Зольность класса A^d , %	Содержание золы в классе c_z , %	Содержание угля в классе c_y , %
1	+2,5-5,0	0,10	3,18	0,003	0,097
2	+1,6-2,5	0,35	4,81	0,017	0,333
3	+1,0-1,6	2,02	4,64	0,094	1,926
4	+0,63-1,0	7,33	6,75	0,495	6,835
5	+0,315-0,63	36,45	19,65	7,162	29,288
6	+0,2-0,315	19,49	31,36	6,112	13,378
7	+0,1-0,2	11,26	29,36	3,306	7,954
8	+0,05-0,1	10,03	36,36	3,647	6,383
9	0-0,05	12,97	35,75	4,637	8,333
		$\Sigma = 100,0$		$\Sigma = 25,47$	$\Sigma = 74,53$

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что имеется реальная возможность получения из отходов углеобогащения низзолельных угольных концентратов для коксохимии и энергетики без применения специальных дорогостоящих методов глубокого обогащения путем использования новой технологии их переработки, состоящей из двух операций: тонкой классификации угольной пульпы и максимально возможного обезвоживания концентрата (надрешетного продукта).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Надутый В.П., Нагорский А.Ф., Шевченко А.И. Тонкое вибрационное грохочение при переработке угольных шламов // Геотехническая механика: Сб. науч. трудов ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2005. – Вып. 58. – С. 185-190.
2. Надутый В.П., Краснопер В.П. Реализация виброударного взаимодействия рабочих поверхностей грохота при тонкой классификации материалов // Вібрації в техніці і технологіях. Всеукраїнський наук.-техн. журнал - Вінниця. – Вип. 1 (27). – 2003. – С. 83-85.
3. Надутый В.П., Краснопер В.П. Опыт использования виброгрохотов новой конструкции для тонкой классификации минерального сырья // Вібрації в техніці і технологіях. Всеукраїнський наук.-техн. журнал – Вінниця. – Вип. 2 (34). – 2004. – С. 50-52.