

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)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОБОГАЩЕНИЯ УГОЛЬНЫХ ШЛАМОВ

Добыча и переработка углей, руд, строительных материалов неизбежно приводит к образованию отходов обогащения, складирование которых осуществляется в отвалы, шламо- и хвостохранилищах. Только 10-20% из добытого сырья поступает в концентрат, остальное – это отходы, которые требуют для складирования больших площадей. Вместе с тем, отходы нередко представляют ценное минеральное сырье.

Значительную часть промышленных отходов составляют отходы угольной отрасли. Обогащение углей является важным звеном технологического цикла между их добычей и потреблением, обеспечивающим получение продуктов с заданными качественными показателями. В последние годы интенсификация добычи угля при одновременном ухудшении его качества вызывает необходимость повышения объема переработки его обогатительными фабриками с соответствующим увеличением глубины обогащения. Процесс этот сопровождается повышенным выходом отходов, что в технологическом, экологическом и экономическом аспектах создаёт определённые проблемы, требующие своего решения.

Занимающие огромные площади накопители не только выводят из сферы полезного использования занимаемые ими земельные угодья, но и представляют собой объекты повышенной экологической угрозы, требуют постоянного наблюдения и контроля, а, следовательно, соответствующих расходов.

Обводненность сбрасываемых отходов и, в значительной мере связанные с ней, большие скопления жидкотекучих масс техногенноопасны, особенно при чрезвычайных ситуациях. Поэтому Кабинетом Министров Украины в 2001 г. принята программа "Відходи" по созданию и внедрению технологии промышленного использования содержимого накопителей (постановление Кабинета Министров Украины № 1314 от 10.10.2001 г.) [1,2].

Для решения этой проблемы ведутся исследования и разработки новых технологий, схем и способов обогащения отходов, а также их усовершенствования.

Наиболее перспективные направления совершенствования процесса обогащения углей:

- совершенствование схемы полного цикла обогащения;
- переход на обогащение рядового угля более узкими машинными классами;
- создание новых технологий и методов дообогащения шламов, а также совершенствование существующих;

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

– утилізація відходів углеобогатительних фабрик.

Как известно, на обогатительных фабриках глубина и схемы обогащения углей различались. Технология глубокого обогащения (0-0,5 мм) используется на 20 обогатительных фабриках коксующегося угля и 10 фабриках энергетического (6 из них обогащают антрациты). В накопители и шламохранилища сбрасываются высокозольные забалансовые шламы и отходы флотации. Остальные фабрики, обогащают уголь и антрацит до глубины 6-13 мм и складировуют в накопителях балансовые шламы средней зольности не выше 30-70%. Здесь и ниже под зольностью понимается содержание в % негорючих веществ в расчёте на сухую массу топлива (A^d , %) [3]. В связи с этим качественные характеристики шламов (грансостав, выход классов, содержание в них золы и углерода) в накопителях существенно изменяются.

Угольные шламы представляют собой углеродно-силикатную массу, в которой содержится от 30 до 70% углерода [4]. Причем наибольшее количество силикатной составляющей (зольной) содержится, как правило, в тонких классах (менее 0,2 мм). Если отделить эти классы можно получить товарный продукт с высоким содержанием углерода при нормативной зольности. При этом необходимо максимально снизить влажность готового продукта. Учитывая количество шламов в накопителях актуальность решения данной проблемы не вызывает сомнений.

Важной составляющей новой технологии является тонкое грохочение в пределах крупностей разделения $1,0 \div 0,05$ мм. Это обусловлено природой раскрытия минералов в углях (наличием до 50% угольной массы шламохранилища крупностью менее 0,2 мм). Традиционными способами такое сырье обезвоживается только до 18-22%. Разделение сырья крупностью менее 1 мм не дает высоких результатов, а при размере частиц менее 0,2 мм в ряде случаев вообще не классифицируется из-за их прилипания к просеивающей поверхности [5].

Для дообогащения требуется оборудование, которое будет эффективно работать с материалом крупностью 40-50 микрон. Серийное производство классифицирующего оборудования не соответствует технологическим требованиям сегодня. Остаются не реализованными возможности его совершенствования.

Исходя из изложенного, сформулирована цель работы: совершенствование технологии обогащения угольных шламов.

В ИГТМ НАН Украины на протяжении нескольких лет ведется изучение сырьевой базы обогатительных фабрик шахт и коксохимзаводов Украины [4-5]. Исследовался минералогический и гранулометрический состав шламов, что позволило определить закономерности распределения угля в шламах в зависимости от их крупности. На базе этих данных разработан способ оценки качества шламов из накопителей и получен патент [6].

Способ заключается в следующем. На основе анализа проб, взятых в разных точках по площади накопителя, осуществляют выбор и аналитический расчет зоны классов крупности, имеющей высокое содержание угля. Далее путем тонкой классификации с помощью вибрационного грохочения разделяют шла-

мы на углеродную и силикатную составляющие для получения низкозольного угольного концентрата из высокозольного шлама.

Чтобы повысить эффективность классификации и обезвоживания необходимо интенсифицировать разрыхление сырья и преодолеть силы поверхностного натяжения для удаления капиллярно-стыковой воды [5]. Для этого в ИГТМ НАН Украины предложен новый метод виброударного грохочения [5], заключающийся в следующем. Короб грохота и активатор возбуждают гармоническими колебаниями, которые преобразовываются ударными элементами в импульсы. Материал подают на активатор, установленный над просеивающей поверхностью на расстоянии, менее высоты подбрасывания материала, где под действием вынужденных колебаний активатора материал разрыхляется для свободного перемещения через отверстия активатора на просеивающую поверхность. За счет взаимодействия ударных элементов с просеивающей поверхностью осуществляется усиление ее колебаний, в результате чего надрешетный материал подбрасывается. За промежуток времени от момента отрыва материала от просеивающей поверхности и до падения ему сообщают дополнительные импульсы за счет колебаний активатора.

Дополнительно активатор возбуждают дезинтегрирующими элементами (ДЭ) для усиления воздействия на разделяемый материал и жидкость в локальных областях нормальными и сдвиговыми импульсами, которые изменяют по длине активатора. Вследствие этого происходят разрыв капиллярных мостиков и потеря устойчивости капиллярных менисков в ячейке просеивающей поверхности, разделение материала по величине частиц и очистка просеивающей поверхности от частиц, застрявших в ячейках и налипшего материала, что улучшает процесс классификации и обезвоживания.

На основе разработанных способов переработки шламов из накопителей [6-9] создана новая технология их обогащения, которая включает:

- выбор и аналитический расчет зоны классов крупности, имеющей высокое содержание угля по результатам исследования проб шламов и разработка технологической схемы;
- разделение шламов на углеродную и силикатную составляющие для получения низкозольного угольного концентрата из высокозольного шлама с помощью виброударного грохочения;
- обезвоживание готового продукта.

Поскольку качественные характеристики шламов (грансостав, выход классов, содержание в них золы и углерода) в накопителях существенно изменяются, в каждом конкретном случае необходим индивидуальный подход.

Разработке технологической схемы по извлечению и переработке отходов должно предшествовать детальное исследование качественной характеристики по всему объему хранилища.

В качестве примера в табл. 1-10 приведены результаты исследований свойств шламов из накопителя шахты "Великомостовская" (Львовская область). На рис. 1 показана схема отбора проб.

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

Шламохранилище розбивається на участки, на которых производят отборы проб и их анализ. Схема отбора проб показана на рис. 1.

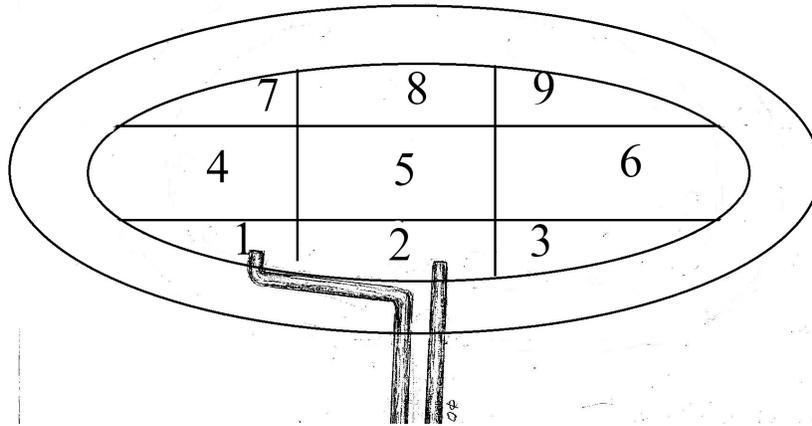


Рис. 1. Схема отбора проб

На каждом участке по площади и глубине накопителя отбирается по 10 проб. Анализ проводится по усредненным показателям каждого участка (см. табл. 1-10).

Таблица 1

Характеристика пробы в точке 1

Классы, мм	Выход класса, г	Выход класса γ , %	Зольность класса A^d , %	Содержание зола в классе c_z , %	Содержание угля в классе c_y , %
+2,5-5,0	0,1	0,06	4,70	0,003	0,057
+1,6-2,5	0,1	0,06	42,97	0,026	0,034
+1,0-1,6	0,1	0,06	84,67	0,051	0,009
+0,63-1,0	0,1	0,06	74,35	0,045	0,015
+0,315-0,63	2,9	1,78	7,92	0,141	1,639
+0,2-0,315	17,5	10,74	9,32	1,001	9,739
+0,1-0,2	24,7	15,15	5,00	0,758	14,392
+0,05-0,1	25,2	15,46	10,36	1,602	13,858
0-0,05	92,3	56,63	47,00	26,616	30,014
	$\Sigma = 163,0$	$\Sigma = 100,0$		$\Sigma = 30,24$	$\Sigma = 69,76$

Проба 1 имеет зольность 30,24% при содержании угля 69,76%. После грохочения по классу 0-0,05 мм получим следующие продукты (табл. 1): выход надрешетного составит 43,37% с зольностью 3,62% при содержании угля 39,75%; выход подрешетного – 56,63% при зольности 26,62% и содержании угля 30,01%.

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

Таблиця 2

Характеристика проби в точці 2					
Класи, мм	Вихід класа, г	Вихід класа γ , %	Зольність класа A^d , %	Содержання зо- лы в класі c_z , %	Содержання угля в класі c_v , %
+2,5-5,0	–	–	–	–	–
+1,6-2,5	–	–	–	–	–
+1,0-1,6	0,1	0,08	32,86	0,026	0,054
+0,63-1,0	0,1	0,08	23,40	0,019	0,061
+0,315-0,63	5,7	4,38	3,50	0,153	4,227
+0,2-0,315	17,4	13,38	6,66	0,891	12,489
+0,1-0,2	13,2	10,15	7,42	0,753	9,397
+0,05-0,1	12,7	9,77	12,06	1,178	8,592
0-0,05	80,8	62,16	54,71	34,008	28,152
	$\Sigma = 130,0$	$\Sigma = 100,0$		$\Sigma = 37,03$	$\Sigma = 62,97$

Содержание угля в пробе 2 составляет 62,97 % при зольности 37,03%. После разделения по классу 0-0,05 мм (табл. 2) выход надрешетного продукта составит 37,84% с содержанием углерода 34,82% при зольности 3,02%; выход подрешетного продукта 62,16 % при зольности 34,01% и содержания угля 28,15%.

Таблиця 3

Характеристика проби в точці 3					
Класи, мм	Вихід класа, г	Вихід класа γ , %	Зольність класа A^d , %	Содержання зо- лы в класі c_z , %	Содержання угля в класі c_v , %
+2,5-5,0	–	–	–	–	–
+1,6-2,5	–	–	–	–	–
+1,0-1,6	–	–	–	–	–
+0,63-1,0	2,8	1,39	5,12	0,071	1,319
+0,315-0,63	8,2	4,08	4,57	0,186	3,894
+0,2-0,315	14,7	7,31	5,01	0,366	6,944
+0,1-0,2	22,4	11,14	7,64	0,851	10,289
+0,05-0,1	32,5	16,17	13,85	2,239	13,931
0-0,05	120,4	59,9	50,29	30,124	29,776
	$\Sigma = 201,0$	$\Sigma = 100,0$		$\Sigma = 33,84$	$\Sigma = 66,16$

В пробе 3 содержание угля составляет 66,16 % при зольности 33,84%. Выполнив грохочение по классу 0-0,05 мм, получим: выход надрешетного продукта – 40,1% с зольностью 3,72% при содержании угля 36,39%; выход подрешетного – 59,9% при зольности 30,12% и содержания угля 29,78% (табл. 3).

Таблиця 4

Характеристика проби в точці 4

Класи, мм	Вихід класа, г	Вихід класа γ , %	Зольність класа A^d , %	Содержання зо- лы в класі c_z , %	Содержання угля в класі c_y , %
+2,5-5,0	0,6	0,7	32,88	0,23	0,47
+1,6-2,5	0,1	0,12	74,26	0,089	0,031
+1,0-1,6	0,3	0,35	52,00	0,182	0,168
+0,63-1,0	0,1	0,12	31,61	0,038	0,082
+0,315-0,63	0,1	0,12	26,20	0,031	0,089
+0,2-0,315	0,8	0,93	12,33	0,115	0,815
+0,1-0,2	5,6	6,51	17,88	1,164	5,346
+0,05-0,1	6,2	7,21	9,50	0,685	6,525
0-0,05	72,2	83,94	55,05	46,209	37,731
	$\Sigma = 86,0$	$\Sigma = 100,0$		$\Sigma = 48,74$	$\Sigma = 51,26$

Содержание угля в пробе 4 составляет 51,26% при зольности 48,74%. После разделения шламов по классу 0-0,05 мм выход надрешетного продукта составит 16,06% с содержанием углерода 13,53% при зольности 2,53%; выход подрешетного продукта 83,94% при зольности 46,21% и содержании угля 37,73% (табл. 4).

Таблиця 5

Характеристика проби в точці 5

Класи, мм	Вихід класа, г	Вихід класа γ , %	Зольність класа A^d , %	Содержання зо- лы в класі c_z , %	Содержання угля в класі c_y , %
+2,5-5,0	0,3	0,49	11,66	0,057	0,433
+1,6-2,5	0,1	0,16	23,46	0,038	0,122
+1,0-1,6	0,1	0,16	28,75	0,046	0,114
+0,63-1,0	0,1	0,16	18,61	0,029	0,131
+0,315-0,63	3,4	5,57	7,99	0,445	5,125
+0,2-0,315	0,9	1,48	8,32	0,123	1,357
+0,1-0,2	1,9	3,11	6,09	0,189	2,921
+0,05-0,1	2,4	3,94	16,07	0,633	3,307
0-0,05	51,8	84,93	55,95	47,518	37,412
	$\Sigma = 61,0$	$\Sigma = 100,0$		$\Sigma = 49,08$	$\Sigma = 50,92$

Проба 5 имеет зольность 49,08% при содержании угля 50,92%. После грохочения по классу 0-0,05 мм получим: выход надрешетного продукта 15,07% с зольностью 1,56% при содержании угля 13,51%; выход подрешетного – 84,93% при зольности 49,08% и содержании угля 50,92% (табл. 5).

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

Таблиця 6

Характеристика проби в точці 6

Класи, мм	Вихід класа, г	Вихід класа γ , %	Зольність класа A^d , %	Содержання золи в класі c_z , %	Содержання угля в класі c_y , %
+2,5-5,0	0,1	0,08	13,39	0,011	0,069
+1,6-2,5	0,1	0,08	8,06	0,006	0,074
+1,0-1,6	0,1	0,08	50,00	0,04	0,04
+0,63-1,0	0,1	0,08	24,76	0,019	0,061
+0,315-0,63	7,7	5,88	18,25	1,073	4,807
+0,2-0,315	11,0	8,39	7,21	0,605	7,785
+0,1-0,2	12,0	9,16	16,48	1,509	7,651
+0,05-0,1	12,5	9,54	31,80	3,034	6,506
0-0,05	87,4	66,71	56,06	37,398	29,312
	$\Sigma = 131,0$	$\Sigma = 100,0$		$\Sigma = 43,7$	$\Sigma = 56,3$

Проба 6 має зольність 43,7% при вмісті вугля 56,3%. Після грохочення по класу 0-0,05 мм отримаємо наступні продукти (табл. 6): вихід надрешетного складе 33,29% з зольністю 6,31% при вмісті вугля 26,99%; вихід подрешетного – 66,71% при зольності 37,39% і вмісті вугля 29,31%.

Таблиця 7

Характеристика проби в точці 7

Класи, мм	Вихід класа, г	Вихід класа γ , %	Зольність класа A^d , %	Содержання золи в класі c_z , %	Содержання угля в класі c_y , %
+2,5-5,0	–	–	–	–	–
+1,6-2,5	–	–	–	–	–
+1,0-1,6	–	–	–	–	–
+0,63-1,0	–	–	–	–	–
+0,315-0,63	1,0	0,81	5,09	0,041	0,769
+0,2-0,315	3,0	2,42	3,71	0,089	2,331
+0,1-0,2	2,0	1,61	6,85	0,11	1,5
+0,05-0,1	4,3	3,47	11,35	0,394	3,076
0-0,05	113,7	91,69	54,45	49,925	41,765
	$\Sigma = 124,0$	$\Sigma = 100,0$		$\Sigma = 50,56$	$\Sigma = 49,44$

Вміст вугля в пробі 7 складає 49,44% при зольності 50,56%. Після розділення по класу 0-0,05 мм (табл. 7) вихід надрешетного продукту складе 8,31% з вмістом вуглецю 7,67% при зольності 0,63%; вихід подрешетного продукту 91,69% при зольності 49,92% і вмісті вугля 41,44%.

Таблиця 8

Характеристика проби в точці 8

Класи, мм	Вихід класа, г	Вихід класа $\gamma, \%$	Зольність класа $A^d, \%$	Содержання золи в класі $c_z, \%$	Содержання угля в класі $c_y, \%$
+2,5-5,0	1,5	1,15	6,84	0,079	1,071
+1,6-2,5	1,0	0,76	11,88	0,09	0,67
+1,0-1,6	1,0	0,76	20,02	0,152	0,608
+0,63-1,0	2,1	1,6	19,44	0,311	1,289
+0,315-0,63	1,2	0,92	21,27	0,196	0,724
+0,2-0,315	0,5	0,38	21,70	0,082	0,298
+0,1-0,2	0,9	0,69	16,17	0,112	0,578
+0,05-0,1	1,7	1,29	12,05	0,155	1,135
0-0,05	121,1	92,45	54,88	50,737	41,713
	$\Sigma = 131,0$	$\Sigma = 100,0$		$\Sigma = 51,91$	$\Sigma = 48,09$

В пробі 8 содержание угля составляет 48,09% при зольности 51,91%. Выполнив грохочение по классу 0-0,05 мм, получим: выход надрешетного продукта – 7,55% с зольностью 1,17% при содержании угля 6,38%; выход подрешетного – 92,45% при зольности 50,74% и содержании угля 41,71% (табл. 8).

Таблиця 9

Характеристика проби в точці 9

Класи, мм	Вихід класа, г	Вихід класа $\gamma, \%$	Зольність класа $A^d, \%$	Содержання золи в класі $c_z, \%$	Содержання угля в класі $c_y, \%$
+2,5-5,0	–	–	–	–	–
+1,6-2,5	–	–	–	–	–
+1,0-1,6	–	–	–	–	–
+0,63-1,0	0,2	0,13	12,20	0,016	0,114
+0,315-0,63	3,0	1,89	4,05	0,077	1,813
+0,2-0,315	1,1	0,69	5,31	0,037	0,653
+0,1-0,2	1,4	0,89	10,96	0,098	0,792
+0,05-0,1	8,5	5,38	12,03	0,647	4,733
0-0,05	143,8	91,02	51,18	46,584	44,436
	$\Sigma = 158,0$	$\Sigma = 100,0$		$\Sigma = 47,46$	$\Sigma = 52,54$

Содержание угля в пробі 9 составляет 52,54 % при зольности 47,46 %. После разделения шламов по классу 0–0,05 мм выход надрешетного продукта составит 8,92 % с содержанием углерода 8,1 % при зольности 0,88 %; выход подрешетного продукта 91,02 % при зольности 46,58 % и содержании угля 44,44 % (табл. 9).

Характеристика проби в точці 10

Класи, мм	Выход класа, г	Выход класа γ , %	Зольність класа A^d , %	Содержание зола в класе c_z , %	Содержание угля в класе c_y , %
+2,5-5,0	–	–	–	–	–
+1,6-2,5	–	–	–	–	–
+1,0-1,6	–	–	–	–	–
+0,63-1,0	0,1	0,05	17,74	0,009	0,041
+0,315-0,63	6,5	2,94	5,51	0,162	2,778
+0,2-0,315	16,4	7,42	4,43	0,329	7,091
+0,1-0,2	32,4	14,66	8,83	1,294	13,366
+0,05-0,1	26,5	11,99	19,12	2,292	9,698
0-0,05	139,1	62,94	48,88	30,765	32,175
	$\Sigma = 221,0$	$\Sigma = 100,0$		$\Sigma = 34,85$	$\Sigma = 65,15$

Проба 10 має зольність 34,85 % при вмісті вугля 65,15%. Після грохочення по класу 0-0,05 мм отримаємо: вихід надрешетного продукту 15,07% з зольністю 4,08% при вмісті вугля 32,97%; вихід подрешетного – 62,94% при зольності 30,77% і вмісті вугля 32,18% (табл. 10).

Аналіз проб (табл. 1-10) показав, що, розділив високозольні шлами по класу 0,05 мм, можна отримати продукти з таким якістю (рис. 2):

- надрешетний з виходом обогаченої маси $\gamma = 20 \dots 30\%$ з середньої зольністю $A^d = 10 \dots 20\%$ при середньому вмісті вугля $C_y = 80 \dots 90\%$;
- подрешетний $\gamma = 70 \dots 80\%$; $A^d = 40 \dots 55\%$ $C_y = 45 \dots 60\%$.

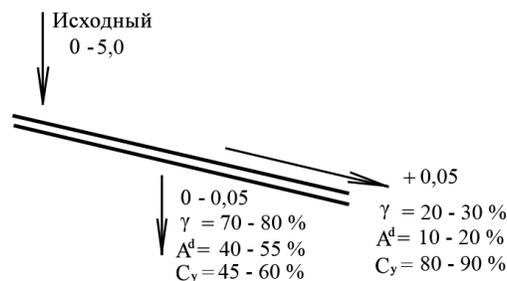


Рис. 2. Результати грохочення шламов по класу 0,05 мм

Таким чином, встановлено, що шляхом одностадійного грохочення з високозольних шламов можна виділити вугільний концентрат крупністю 0,05-5,0 мм (вихід продукту становить 20-30%) з високим вмістом вуглерода (80-90%) при низькій зольності (10-20%). Втрати вуглерода в класі 0-0,05 мм становлять 45-60%. Ведуться дослідження, які дозволять їх максимально знизити.

На основі отриманих результатів розроблена технологічна схема дообогачення вугільних шламов, що дозволяє отримувати з високозольного шламу шляхом тонкої класифікації по заданному класу крупності низкозольний вугільний концентрат.

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

Кроме отходов обогащения, поступающих с обогатительной фабрики, шламонакопители содержат некондиционные включения, попадающих в них при длительной эксплуатации (куски породы, посторонние предметы и т.п.). Поэтому при дообогащении угольных шламов необходимо это учитывать и удалять эти включения с помощью операции крупного грохочения (+10 мм).

На рис. 3 представлена рекомендуемая технологическая схема дообогащения угольных шламов.

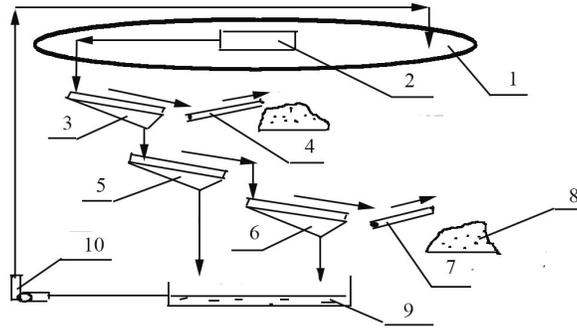


Рис. 3. Технологическая схема дообогащения угольных шламов:

- 1 – шламонакопитель; 2 – земснаряд; 3 – грохот для крупной классификации;
- 4 – ленточный перегружатель для некондиционных включений; 5 – грохот для мелкой классификации; 6 – обезвоживающий грохот; 7 – ленточный перегружатель для обогащенного шлама; 8 – склад готовой продукции; 9 – емкость для воды и зольной части; 10 – шламовый насос

Шламохранилище обрабатывается участками.

Шламы, находящиеся в накопителе 1, земснарядом 2 разрыхляются и транспортируются в виде пульпы на грохот для крупной классификации 3, где разделяется на некондиционные включения (надрешетный продукт) и мелкозернистый шлам (подрешетный продукт). Надрешетный продукт ленточным перегружателем 4 направляется в отвал, а подрешетный продукт следует на грохот для мелкой классификации 5, где отделяется его зольная часть. Надрешетный продукт грохота 5 поступает на обезвоживающий грохот 6, на котором удаляется влага. Обезвоженные шламы ленточным перегружателем 7 транспортируются на склад готовой продукции 8, а подрешетный продукт (зольная часть) поступает в емкость для сбора 9, откуда шламовым насосом 10 перекачивается в отработанную часть шламонакопителя 1.

В данной схеме вместо грохота для мелкой классификации 5 и обезвоживающего грохота 6 может быть применен виброударный грохот ИГТМ новой конструкции, который совмещает эти операции, обеспечивая высокую эффективность грохочения: выход надрешетного продукта составляет 80-90%, а влажность снижается до 8-10% [10]. На данный момент ведутся проектные работы по созданию виброударного грохота новой конструкции.

Таким образом, на основе разработанных способов переработки шламов из накопителей создана новая технология их обогащения, которая включает:

- выбор и аналитический расчет зоны классов крупности, имеющей высокое содержание угля по результатам исследования проб шламов и разработку

технологической схемы;

– разделение шламов с помощью виброударного грохочения на углеродную и силикатную составляющие;

– обезвоживание готового продукта.

Применение технологии, включающей новый способ виброударного грохочения при переработке угольных шламов широкого спектра крупности, которые традиционными методами практически не классифицируются и не обезвоживаются, позволяет одновременно эффективно отделять тонкие классы и удалять влагу из надрешетного продукта. За счет ее использования имеется реальная возможность получения из высокозольных отходов углеобогащения низкозольных угольных концентратов.

Развитие технологий добычи содержимого в накопителях и шламохранилищах позволит решить проблемы создания дополнительных емкостей для складирования отходов и пополнения сырьевой базы для коксохимии и энергетики.

Список литературы

1. Програма розробки та впровадження технологій промислового використання шламів, поліпшення екологічної ситуації у вугледобувних регіонах та відвернення можливих надзвичайних ситуацій, пов'язаних з проривами дамб хвостосховищ. (Розроблена відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 28.03.97 № 280 "Про хід структурної перебудови вугільної промисловості") [Текст] // Мінвуглепром України. – К., 1997. – С. 31.

2. Золотко А.А. Ресурси вторичного палива в отходах обогащення и возможности его извлечения [Текст] // Уголь Украины. – 1996. – № 12. – С. 36-39.

3. Круть О.А. Водовугільне паливо // Національний гірничий університет. – К.: Наукова думка, 2002. – 172 с.

4. Надутый В.П. Тонкое вибрационное грохочение при переработке угольных шламов / Надутый В.П., Нагорский А.Ф., Шевченко А.И. // Геотехническая механика: Сб. науч. тр. ИГТМ НАН Украины. – 2005. – Вып. 58. – С. 185-190.

5. Лапшин Е.С. Пути интенсификации обезвоживания минерального сырья на вибрационных грохотах / Е.С. Лапшин, А.И. Шевченко // Збагачення корисних копалин : Наук.-техн. зб. / Національний гірничий університет. – 2011. – Вып. 47(88). – С. 144-151.

6. Патент України № 88246, МПК⁷, В03 В 7/00. Спосіб переробки шламів із накопичувачів. Надутый В.П., Шевченко О.І.; заявник и патентовласник Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України. – № а200811471; Заявл. 23.09.2008; Опубл. 25.09.2009; Бюл. № 18.

7. Пат. № 65469 Україна, МПК В 07В 1/40. Спосіб грохочення та зневоднювання мінеральної сировини, що важко класифікується. Надутый В.П., Лапшин Є.С., Шевченко О.І.; заявник та патентовласник ІГТМ НАН України. - № u 2011 05325; заявл. 26.04.2011; опубл. 12.12.2011, Бюл. № 23. – 4 с.

8. Пат. № 67194 Україна, МПК В 07В 1/40. Спосіб грохочення та зневоднювання матеріалів, що важко класифікуються. Надутый В.П., Лапшин Є.С., Шевченко О.І.; заявник та патентовласник ІГТМ НАН України. - № u 2011 07943; заявл. 23.06.2011; опубл. 10.02.2012, Бюл. № 3. – 4 с.

9. Пат. № 77362 Україна, МПК В 07В 1/40. Спосіб розділення за крупністю та зневоднювання сипучого матеріалу, який важко класифікується. Надутый В.П., Лапшин Є.С., Шевченко О.І.; заявник ІГТМ НАН України. - № u 2012 09458; заявл. 02.08.2012; опубл. 11.02.2013, Бюл. № 3. – 4 с.

10. Шевченко А.И. Интенсификация разделения по крупности и обезвоживания минерального сырья при новом способе виброударного грохочения // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2013. – Вып. 54(95). – С. 157-166.

© Шевченко А.И., 2016

*Надійшла до редколегії 02.08.2016 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. М.С. Четвериком*