

А.Д. ПОЛУЛЯХ, д-р техн. наук,

Д.А. ПОЛУЛЯХ, канд. техн. наук

(Украина, Днепропетровск, ГВНЗ "Национальный горный университет"),

А.Р. КАДЫРОВ

(Украина, Павлоград, ПАО "ДТЭК "Павлоградуголь")

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЕЙ ПСП "ШАХТА "ПАВЛОГРАДСКАЯ" НА ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СЕПАРАТОРАХ FGX-6

В последние годы в Украине наметилась тенденция использования пневматических сепараторов для обогащения рядовых углей шахт [1-4].

Анализ зарубежной и отечественной научно-технической литературы показывает, что с помощью пневматических сепараторов решаются, в основном, две задачи:

1) обогащение рядового угля с целью получения кондиционной угольной товарной продукции;

2) обогащение рядового угля с целью снижения зольности угольной товарной продукции и уменьшения транспортных расходов на ее перевозку.

Выбор задачи должен определяться ценой ее решения.

С этой целью рассмотрим результаты опытно-промышленных испытаний обогащения углей ПСП "Шахта "Павлоградская" на установке сухого обогащения на базе пневматического сепаратора FGX-6 ООО "Шахта "Садовая". Гранулометрический и фракционный составы рядового угля ПСП "Шахта "Павлоградская" приведены в табл. 1.

Из табл. 1 следует, что категория обогатимости выделенных классов крупности в основном легкая, и только классы 13-25 и 6-13 мм имеют категорию обогатимости, соответственно, очень трудную и среднюю. В целом рядовой уголь имеет легкую категорию обогатимости. Зольность легких и тяжелых фракций позволяет получить качественные продукты обогащения.

Обогащение рядового угля на установке пневматических сепараторов осуществлено по следующей технологии. Рядовой уголь подвергался грохочению на грохоте ГИЛ-43 на четыре машинных класса +80, 25-80, 10-25 и 0-10 мм.

Класс +80 мм подвергался ручной породовыборке, класс 25-80 и 10-25 мм подвергались пневматическому обогащению в сепараторе FGX-6 с выделением 3-х продуктов: концентрата, промпродукта и отходов, класс 0-10 мм являлся отсевом и представлял собой продукт, направляемый на погрузку. Пыль аспирационной системы присаживалась к концентрату.

Гравітаційна сепарація

Таблиця 1

Гранулометрический и фракционный состав рядового угля

Класс крупности, мм	Плотность фракций, кг/м ³	Выход γ, %		Зола А ^d , %	Категория обогатимости Т, %
		к классу	К р.у.		
+100	менее 1500	39,52	0,49	4,58	Легкая Т = 0
	1500-1800	0,00	0,00	0,00	
	более 1800	60,48	0,75	95,60	
	Итого	100,00	0,75	59,63	
50-100	менее 1500	42,59	3,98	10,15	Легкая Т = 0
	1500-1800	0,00	0,00	0,00	
	более 1800	57,41	5,37	93,68	
	Итого	100,00	9,35	58,10	
25-50	менее 1500	44,85	6,14	5,83	Легкая Т = 0
	1500-1800	0,00	0,00	0,00	
	более 1800	55,15	7,55	92,73	
	Итого	100,00	13,69	53,77	
13-25	менее 1500	42,27	6,97	6,18	Очень трудная Т = 17,1
	1500-1800	8,73	1,44	42,78	
	более 1800	49,00	8,08	90,05	
	Итого	100,00	16,49	50,47	
6-13	менее 1500	47,08	8,94	7,10	Средняя Т = 7,3
	1500-1800	3,70	0,70	37,60	
	более 1800	49,22	9,35	89,30	
	Итого	100,00	19,00	48,69	
3-6	менее 1500	49,45	6,58	7,08	Легкая Т = 2,6
	1500-1800	1,32	0,18	34,70	
	более 1800	49,23	6,55	86,38	
	Итого	100,00	13,30	46,48	
1-3	менее 1500	51,22	8,94	11,58	Легкая Т = 0
	1500-1800	0,00	0,00	0,00	
	более 1800	48,78	8,52	82,63	
	Итого	100,00	17,46	46,24	
0-1		100,0	9,47	54,20	
Итого			100,0	50,50	

В табл. 2 приведены данные по работе грохота ГИЛ-43 на операции подготовки машинных классов с учетом выделения сухого отсева и аспирационной пыли. Из той же таблицы следует, что засорение машинных классов нижним продуктом составляет до 25%, что находится в пределах рекомендованных норм для сухого обогащения угля.

В табл. 3, 4 приведены балансы гранулометрических составов продуктов обогащения машинных классов, соответственно, 25-80 мм и 10-25 мм, в табл. 5, 6 – балансы фракционных составов.

Показатели работы грохота ГИЛ-43

Класс крупности, мм	Исходный		Машинный класс, мм									
			+80		25-80		10-25		-10		Пыль	
	$\gamma_{и}, \%$	$\gamma_{п}^*, \%$	$\gamma_{и}, \%$	$\gamma_{п}, \%$	$\gamma_{и}, \%$	$\gamma_{п}, \%$	$\gamma_{и}, \%$	$\gamma_{п}, \%$	$\gamma_{и}, \%$	$\gamma_{п}, \%$	$\gamma_{и}, \%$	$\gamma_{п}, \%$
+100	1,24	1,14	1,14	20,0								
50-100	9,35	8,13	4,56	80,0	3,57	14,49						
25-50	13,69	14,66			14,66	61,34						
13-25	16,49	16,78			4,81	20,13	11,97	50,08				
10-13	6,77	6,30			0,18	0,75	6,12	25,61				
6-10	12,23	9,79			0,29	1,21	5,11	21,38	4,39	9,81		
1-6	30,76	27,52			0,22	0,92	0,40	1,67	26,9	60,19		
0-1	9,47	15,68			0,17	0,71	0,30	1,26	13,41	30,00	1,8	100,0
Итого	100,0	100,0	5,7	100,0	23,9	100,0	23,9	100,0	44,7	100,0	1,8	100,0
Зольность $A^d, \%$	50,5		40,2		53,4		50,2		50,1		58,6	

* – расчетная.

Производительность установки в период опытно-промышленных испытаний составляла 16-20 т/ч. Производительность оборудования была для грохота ГИЛ-43 – 16-20 т/ч, для сепаратора FGX-6 при обогащении класса 25-80 мм – 4-5 т/ч, для сепаратора FGX-6 при обогащении класса 10-25 мм – 4-5 т/ч, для породовыборки – 0,9-1,2 т/ч.

В связи с тем, что ПСП "Шахта "Павлоградская" не рассматривает получение промпродукта как товарного продукта, необходимо осуществлять анализ результатов обогащения на пневматических сепараторах с точки зрения выделения двух продуктов: концентрата и отходов, при плотности разделения 1500 кг/м³ (с целью решения первой задачи) и 1800 кг/м³ (с целью решения второй задачи).

Таблиця 3

Баланс гранулометрического состава продуктов обогащения класса 25-80 мм

Класс крупности, мм	Продукты																	
	Исходный*			Концентрат			Промпродукт			Отходы			Концентрат + промпродукт			Отходы + промпродукт		
	$\gamma_{и}, \%$	$\gamma_{п}, \%$	$A^d, \%$	$\gamma_{и}, \%$	$\gamma_{п}, \%$	$A^d, \%$	$\gamma_{и}, \%$	$\gamma_{п}, \%$	$A^d, \%$	$\gamma_{и}, \%$	$\gamma_{п}, \%$	$A^d, \%$	$\gamma_{и}, \%$	$\gamma_{п}, \%$	$A^d, \%$	$\gamma_{и}, \%$	$\gamma_{п}, \%$	$A^d, \%$
50-80	3,57	14,49	48,2	1,30	17,52	10,0	1,30	13,71	55,7	0,97	13,87	89,2	2,6	15,38	32,8	2,27	13,76	70,0
25-50	14,66	61,34	53,3	4,35	58,76	10,3	6,19	65,27	60,1	4,12	58,89	88,6	10,54	62,37	39,5	10,31	62,48	71,5
13-25	4,81	20,13	58,5	1,26	17,03	9,4	1,84	19,32	63,5	1,71	24,46	89,2	3,10	18,34	41,5	3,55	21,52	75,9
10-13	0,18	0,75	49,6	0,08	1,09	9,3	0,04	0,39	66,8	0,06	0,88	91,8	0,12	0,71	24,5	0,10	0,61	81,8
8-10	0,19	0,79	40,0	0,11	1,46	10,4	0,03	0,33	69,1	0,05	0,76	87,5	0,14	0,83	47,4	0,08	0,48	80,6
6-8	0,10	0,42	48,6	0,05	0,73	15,0	0,02	0,20	70,4	0,03	0,38	89,9	0,07	0,41	30,8	0,05	0,31	82,1
1-6	0,22	0,92	40,1	0,14	1,95	18,2	0,04	0,39	71,3	0,04	0,51	85,4	0,18	1,07	42,0	0,08	0,48	78,4
0-1	0,17	0,71	63,4	0,11	1,46	59,3	0,04	0,39	66,6	0,02	0,25	79,8	0,15	0,89	61,2	0,06	0,36	71,0
Итого	23,9	100,0	53,4	7,4	100,0	11,0	9,5	100,0	60,3	7,0	100,0	88,8	16,9	100,0	38,7	16,5	100,0	72,4

* – восстановленный.

Гравітаційна сепарація

Таблиця 4

Баланс гранулометричного складу продуктів обогачення класу 10-25 мм

Клас крупності, мм	Продукты																	
	Исходный			Концентрат			Промпродукт			Отходы			Концентрат + промпродукт			Отходы + промпродукт		
	γ _и , %	γ _п , %	A ^d , %	γ _и , %	γ _п , %	A ^d , %	γ _и , %	γ _п , %	A ^d , %	γ _и , %	γ _п , %	A ^d , %	γ _и , %	γ _п , %	A ^d , %	γ _и , %	γ _п , %	A ^d , %
13-25	11,97	50,08	51,0	4,11	56,37	10,2	4,59	46,80	60,5	3,27	48,10	88,8	8,7	50,88	36,7	7,86	47,35	72,3
10-13	6,12	25,61	46,0	1,74	23,86	7,1	2,63	26,83	44,5	1,75	25,69	87,0	4,37	25,56	29,6	4,38	26,38	61,5
8-10	4,05	16,95	54,1	0,91	12,40	8,6	1,93	19,67	37,5	1,21	17,74	86,0	2,84	16,61	28,2	3,14	18,92	56,2
6-8	1,06	4,43	52,1	0,22	3,01	8,8	0,41	4,23	40,9	0,43	6,26	84,8	0,63	3,68	29,7	0,84	5,06	63,4
1-6	0,40	1,67	36,2	0,19	2,63	14,7	0,12	1,25	38,1	0,09	1,41	79,1	0,31	1,81	23,8	0,21	1,27	55,7
0-1	0,30	1,26	59,6	0,13	1,73	52,3	0,12	1,22	61,1	0,05	0,80	74,9	0,25	1,46	56,5	0,17	1,02	65,2
Итого	23,9	100,0	50,2	7,3	100,0	10,1	9,8	100,0	50,6	6,8	100,0	87,3	17,1	100,0	33,3	16,6	100,0	65,6

Таблиця 5

Баланс фракционного складу продуктів обогачення класу 25-80 мм

Фракция, кг/м ³	Продукты																								ε _{к.1500}	ε _{к.1800}
	Исходный				Концентрат				Промпродукт				Отходы				Концентрат + промпродукт				Отходы + промпродукт					
	γ _и , %	γ _п , %	γ _ф , %	A ^d , %	γ _и , %	γ _п , %	γ _ф , %	A ^d , %	γ _и , %	γ _п , %	γ _ф , %	A ^d , %	γ _и , %	γ _п , %	γ _ф , %	A ^d , %	γ _и , %	γ _п , %	γ _ф , %	A ^d , %	γ _и , %	γ _п , %	γ _ф , %	A ^d , %		
<1500	7,77	32,51	42,62	5,7	5,27	71,29	3,46	5,2	2,5	26,35	33,33	6,7	0,03	0,04	10,7	7,77	45,97	59,14	5,7	2,5	15,15	19,85	6,7	67,8	100,0	
1500-1800	0,32	1,34	1,76	37,1	0,05	0,67	0,88	26,4	0,25	2,63	3,34	38,6	0,02	0,35	0,48	44,5	0,30	1,78	2,28	36,6	0,27	1,64	2,15	39,0	15,6	93,8
>1800	10,14	42,43	55,62	88,2	0,32	4,32	5,66	80,7	4,75	50,00	53,33	88,0	5,07	72,38	99,48	88,9	5,07	30,0	38,58	87,5	9,82	59,52	78,0	88,5	3,2	50,0
Итого	18,23	76,28	100,0	52,2	5,64	76,28	100,0	9,7	7,50	78,98	100,0	59,3	5,09	72,76	100,0	88,7	13,14	77,75	100,0	38,0	12,59	76,31	100,0	71,2	30,9	72,1
Клас 1-25 мм	5,50	23,01	57,1	1,65	22,26	12,3	1,96	20,63	63,8	1,89	26,99	89,2	3,61	21,36	40,3	3,85	23,33	76,3	30,0	65,6						
Клас 0-1 мм	0,17	0,71	63,4	0,11	1,46	59,3	0,04	0,39	66,6	0,02	0,25	79,8	0,15	0,89	61,2	0,06	0,36	71,0	64,7	88,2						
Всего	23,9	100,0	53,4	7,4	100,0	11,0	9,5	100,0	60,3	7,0	100,0	88,8	16,9	100,0	38,7	16,5	100,0	73,4	31,0	70,71						

Таблиця 6

Баланс фракционного складу продуктів обогачення класу 10-25 мм

Фракция, кг/м ³	Продукты																								ε _{к.1500}	ε _{к.1800}
	Исходный				Концентрат				Промпродукт				Отходы				Концентрат + промпродукт				Отходы + промпродукт					
	γ _и , %	γ _п , %	γ _ф , %	A ^d , %	γ _и , %	γ _п , %	γ _ф , %	A ^d , %	γ _и , %	γ _п , %	γ _ф , %	A ^d , %	γ _и , %	γ _п , %	γ _ф , %	A ^d , %	γ _и , %	γ _п , %	γ _ф , %	A ^d , %	γ _и , %	γ _п , %	γ _ф , %	A ^d , %		
<1500	8,42	35,23	46,52	4,9	5,48	75,02	93,51	4,6	2,85	29,06	39,47	5,3	0,09	1,3	1,76	12,0	8,33	48,71	63,68	4,8	2,94	17,71	24,02	5,5	65,1	98,9
1500-1800	0,24	1,01	1,33	35,2	0,06	0,85	1,06	38,4	0,13	1,34	1,82	30,5	0,05	0,7	0,95	43,7	0,19	1,11	1,45	33,0	0,18	1,08	1,47	34,2	25,0	79,2
>1800	9,44	39,50	52,15	89,3	0,32	4,36	5,43	85,2	4,24	43,23	58,71	88,7	4,88	71,79	97,29	90,0	4,56	26,67	34,87	88,5	9,12	54,95	74,51	89,4	3,4	48,3
Итого	18,1	75,74	100,0	49,3	5,86	80,23	100,0	9,3	7,22	73,63	100,0	54,7	5,02	73,79	100,0	88,2	13,08	76,49	100,0	34,4	12,24	73,74	100,0	68,4	32,4	72,3
Клас 1-10 мм	5,51	23,05	46,1	1,32	18,04	9,5	2,46	25,15	38,1	1,73	25,41	85,3	3,78	22,11	28,1	4,19	25,24	57,6	23,9	68,6						
Клас 0-1 мм	0,29	1,21	59,8	0,12	1,73	52,3	0,12	1,22	61,1	0,05	0,80	74,9	0,24	1,40	56,7	0,17	1,02	65,2	41,4	82,6						
Всего	23,9	100,0	48,7	7,3	100,0	10,1	9,8	100,0	50,6	6,8	100,0	87,3	17,1	100,0	33,3	16,6	100,0	65,6	30,5	71,5						

© Полулях А.Д., Полулях Д.А., Кадьоров А.Р., 2011

Надійшла до редколегії 05.09.2011 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І. Пловим