

Гравітаційна сепарація

УДК 622.767.555

Е.Е. ГАРКОВЕНКО, д-р техн. наук
(Украина, Донецк, ГП "Укруглекачество"),

Е.И. НАЗИМКО, д-р техн. наук, **А.Н. КОРЧЕВСКИЙ**,

А.Н. СУРЖЕНКО, канд. техн. наук

(Украина, Донецк, Донецкий национальный технический университет),

А.Р. КАДЫРОВ

(Украина, Донецк, Дирекция по производству ОАО "Павлоградуголь")

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ВИБРАЦИОННОГО ПНЕВМАТИЧЕСКОГО СЕПАРАТОРА

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Снижение зольности добытых рядовых углей перед отправкой их потребителям дешевыми гравитационными методами остается актуальной задачей для многих угледобывающих предприятий. Наиболее приемлемым методом для решения поставленного задания является пневматическая сепарация.

Анализ исследований и публикаций. В ряде ранних работ [1, 2] содержатся сведения о принципе действия и устройстве различных типов пневматических сепараторов. В работе [3] опубликованы результаты сравнительных испытаний сепараторов различных производителей и было показано, что сепаратор СВП-5,5×1 (Украина) обеспечивает более высокие технологические показатели по сравнению с сепаратором FGX-6 (Китай) в более трудных условиях. При этом при более влажном питании получена эффективность обогащения на 10% выше и вдвое большая селективность разделения угольных и породных фракций. В связи с этим определен интерес представляет исследование влияния различных параметров на показатели разделения в сепараторе СВП-5,5×1 в промышленных условиях. Теоретические исследования взаимодействия частиц в рабочем пространстве сепаратора позволили разработать основные параметры технологического регулирования установки [4].

Постановка задачи. Целью данной работы является исследование работы вибрационного пневматического сепаратора СВП-5,5×1 отечественного производства на рядовом угле.

Изложение материала и результаты. Модульная установка на базе сепаратора СВП-5,5×1 более года находится в постоянной эксплуатации [5]. Принцип работы и конструкция деки сепаратора позволяют получать качество продуктов обогащения согласно требованиям потребителя. Следует подчеркнуть, что сепаратор верного типа имеет целый ряд параметров настройки, которые могут изменяться оператором в зависимости от свойств поступающего сырья в довольно широких пределах. К таким параметрам могут быть отнесены: расход воздуха, подаваемого под деку сепаратора, продольный и поперечный углы наклона деки, число качаний деки, удельная нагрузка на сепаратор, гранулометрический и фракционный состав питания.

В конце февраля 2011 г. были проведены промышленные эксперименты по

Збагачення корисних копалин, 2011. – Вип. 45(86)

Гравітаційна сепарація

обогащению рядового угля шахты "Павлоградская" при различных параметрах регулирования сепаратора. Гранулометрический и фракционный состав питания модульной установки приведены в таблицах 1 и 2, соответственно.

Таблица 1

Классы, мм	Без выделения отсева 0-13 мм, %			С отсевом 1/2 класса 0-13 мм, %		
	выход	зольность	суммарный выход свер- ху	выход	зольность	суммарный выход свер- ху
25-50	18,10	50,8	18,10	24,98	50,8	24,98
13-25	26,82	47,6	44,92	37,01	47,6	61,99
6-13	17,70	41,2	62,62	12,22	41,2	74,21
3-6	9,84	47,8	72,46	6,79	47,8	81
1-3	15,74	49	88,20	10,86	49	91,86
0-1	11,80	56,9	100	8,14	56,9	100
Всего	100	48,38		100	48,5	

Из данных табл. 1 видно, что количество мелочи -10 мм в питании сепаратора без выделения отсева высокое и составляет 55%. При выделении части мелочи из питания относительное количество крупных классов увеличилось с 45 до 62%. В составе отсева содержится примерно половина класса 0-3 мм. Из этого материала около порядка 50% легких угольных фракций с зольностью до 8%, около 0,5% сростков, порода имеет зольность 84%. Фракционный состав отсева показывает примерно равные количества легких и тяжелой фракций с небольшим количеством сростков.

Таблица 2

Класс, мм	Плотность фракций, кг/м ³	Выход, %		Зольность, %
		к классу	к продукту	
25-50	-1500	46,19	11,54	7,8
	1500-1800	1,27	0,32	39,9
	+1800	52,54	13,12	88,9
Итого		100	24,98	50,8
13-25	-1500	50,29	18,61	6,2
	1500-1800	0,88	0,33	39,5
	+1800	48,83	18,07	88,7
Итого		100	37,01	46,8
6-13	-1500	56,48	6,9	6,1
	1500-1800	0,93	0,11	44,1
	+1800	42,59	5,21	87,6
Итого		100	12,22	41,2
3-6	-1500	48,75	3,31	6,4
	1500-1800	2,81	0,19	41
	+1800	48,44	3,29	86
Итого		100	6,79	45,9
1-3	-1500	49,41	5,37	7,4
	1500-1800	1,47	0,16	55,5
	+1800	49,12	5,33	87,7
Итого		100	10,86	47,6
0-1			8,14	56,9
Всего			100	48

Гравітаційна сепарація

Из данных табл. 2 следует, что в крупных классах примерно такое же соотношение между легкими и тяжелыми фракциями. Уголь имеет легкую степень обогатимости.

При работе установки отбирались объединенные пробы продуктов в соответствии с действующими стандартами, и определялся их гранулометрический и фракционный состав. В ходе исследований в сепаратор подавался надрешетный продукт грохота. В двух опытах (№1 и №2) грохот был отрегулирован на отсев половины класса 0-10 мм, а в опыте №3 удаление мелочи не предусматривалось. Параметры регулирования сепаратора, которые поддерживались при проведении исследований, представлены в табл. 3.

Таблица 3

Параметры	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3
Производительность, т/ч	15	25	33
Количество класса 0-10 мм в питании, отн. ед.	0,5	0,5	1
Расход воздуха, тыс. м ³ /час	36	40	40
Угол наклона деки, град.:			
– продольный	9,5	10,25	10,5
– поперечный	6,75	7,25	8,5
Частота колебаний деки, мин ⁻¹	339	332	332
Влажность питания, %	11,5	11,5	12,5

На рис. 1-4 приведены результаты анализа продуктов сепарации. При этом различные параметры вычислялись по общепринятым соотношениям, селективность разделения определялась по формуле Годэна, эффективность обогащения – по Фоменко.

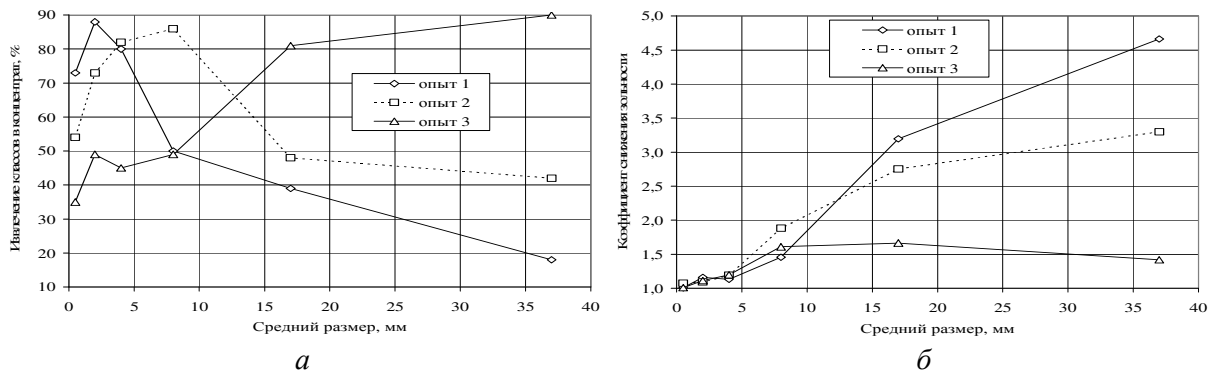


Рис. 1. Извлечение классов в концентрат (а) и коэффициент обогащения (б)

Из данных рис. 1 следует, что при уменьшении количества мелочи в питании операции (опыты 1 и 2, рис. 1, а) извлечение крупных классов в концентрат снижается по сравнению с данными опыта 3, когда мелочь не отсеивалась на грохоте.

Но это не означает, что результаты обогащения ухудшаются, т.к. снижение зольности не превышает 1,5 единиц, а для мелких классов (менее 10 мм) этот показатель близок к единице (рис. 1, б). Следовательно, в условиях опыта 3

Гравітаційна сепарація

обогащение мелочи практически отсутствует. Для классов крупнее 10 мм рациональными являются условия опыта 1.

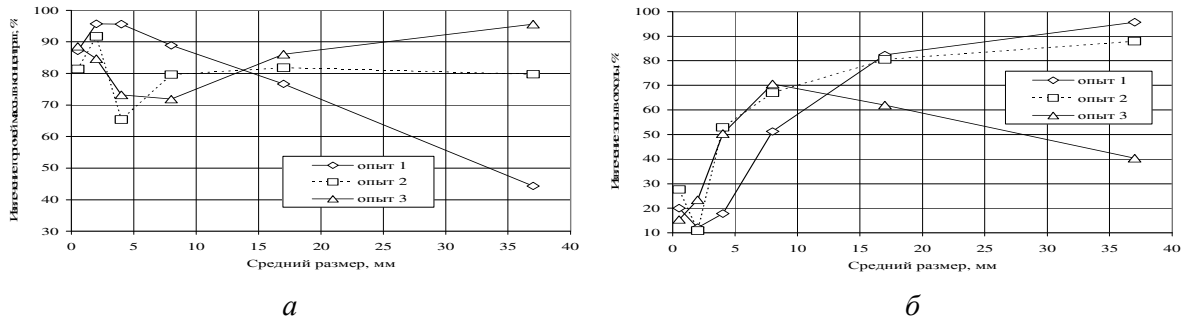


Рис. 2. Извлечение горючей массы в концентрат (а) и золы в отходы (б)

Данные рис. 2 позволяют заключить, что условия опыта 2 обеспечивают высокое извлечение горючей массы в концентрат для всех классов кроме класса 6-10 мм. Для класса 6-10 мм этот показатель снижается (рис. 2, а) из-за высокой зольности частиц в концентрате – около 40% при высоком извлечении их в легкий продукт (рис. 1, а). При этом в опытах 1 и 2 со сниженным количеством мелочи в питании зольность частиц крупностью более 6 мм в отходах превышает 70%.

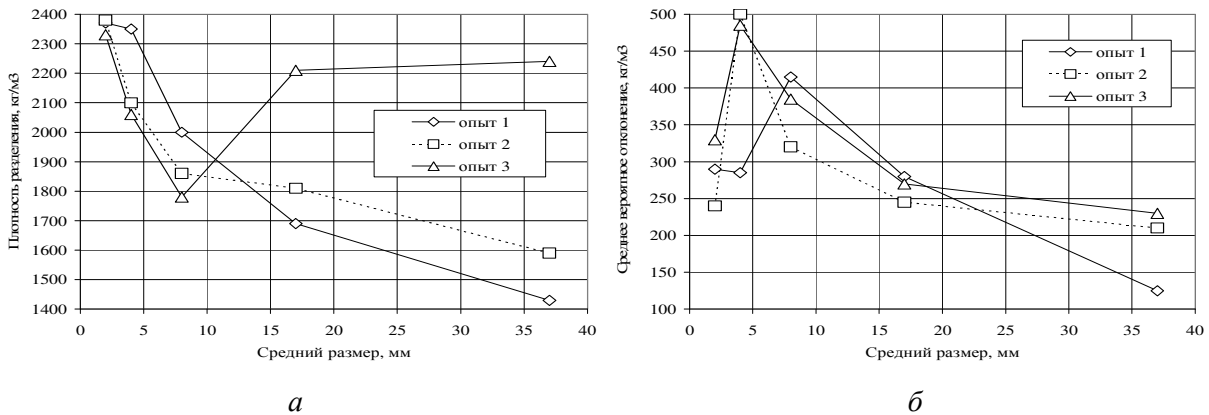


Рис. 3. Плотность разделения (а) и среднее вероятное отклонение (б) для различных классов крупности

Анализ данных, представленных на рис. 3, свидетельствует о том, что условия опытов 1 и 2 являются приемлемыми для обогащения материала крупностью более 6 мм, т.к. снижается кажущаяся плотность разделения и среднее вероятное отклонение при росте размера частиц. При наличии большого количества мелочи в питании сепаратора (опыт 3) ухудшаются условия разделения всех классов. Для таких условий следует продолжить исследования с целью нахождения рационального режима сепарации, т.к. конструкция сепаратора СВП-5,5×1 позволяет регулировать его параметры в довольно широких пределах.

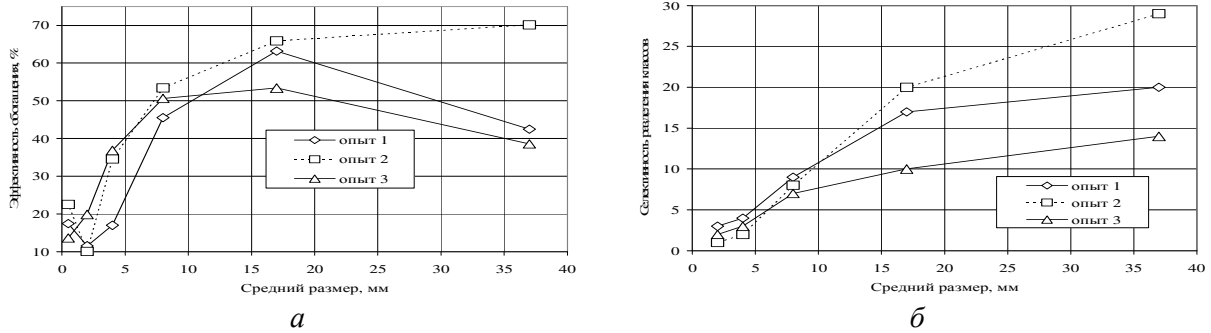


Рис. 4. Эффективность обогащения (а) и селективность разделения (б)

Из данных рис. 4 следует, что условия опыта 3 обеспечивают эффективность обогащения порядка 50% только для материала средней крупности 13-25 мм. Для крупных классов этот показатель не превышает 40% (рис. 4, а) при приемлемой селективности разделения – более 10 единиц (рис. 4, б). Наибольшая эффективность и селективность разделения получена для условий опыта 2.

Технологические показатели продуктов обогащения приведены в табл. 4.

Таблица 4

Параметры	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3
Концентрат:			
– выход, %	60,2	56,71	68,25
– зольность, %	31,8	26,4	34,6
Отходы:			
– зольность, %	72,5	76,3	76
Извлечение горючей массы в концентрат, %	78,9	80,3	85,4
Извлечение золы в отходы, %	60,14	68,77	50,53
Коэффициент обогащения	1,55	1,82	1,39
Среднее вероятное отклонение для класса 1-50мм, кг/м ³	400	325	310
Плотность разделения класса 1-50мм, кг/м ³	1800	1860	2100
Эффективность обогащения	47,5	55,2	43,2
Селективность сепарации	11	12	7

Выполненный анализ позволяет прийти к выводу, что условия опыта 2 обеспечивают наиболее высокие показатели, последнее связано с регулировкой параметров сепаратора. При повышении нагрузки на сепаратор увеличен расход воздуха, а также продольный угол наклона деки сепаратора. Увеличение поперечного угла наклона деки привело к изменению профиля веера продуктов и обеспечению получения высокой селективности разделения.

Выводы и направления дальнейших исследований

1. Условия опытов 1 и 2 со сниженным количеством мелочи в питании являются приемлемыми для обогащения материала крупностью более 6 мм, т.к. обеспечивается снижение кажущейся плотности разделения и параметра E_{pm} при росте размера частиц. При этом условия опыта 2 обеспечивают высокое из-

Гравітаційна сепарація

влечение горючей массы в концентрат для всех классов, а зольность частиц крупностью более 6мм в отходах превышает 70%.

2. Большое количество мелочи в питании сепаратора (около 55%) ухудшает условия разделения всех классов. Для таких условий следует продолжить исследования с целью нахождения рационального режима сепарации, т.к. конструкция сепаратора СВП-5,5×1 позволяет регулировать его параметры в широких пределах.

3. Наибольшая эффективность и селективность разделения получена для условий, когда при повышении нагрузки на сепаратор был увеличен расход воздуха, а также продольный угол наклона деки сепаратора. Увеличение поперечного угла наклона деки привело к изменению профиля веера продуктов и обеспечению высокой эффективности и селективности разделения.

Список литературы

1. Оборудование для обогащения угля: Спр. пособие / Под ред. **Б.Ф. Братченко**. – М.: Недра, 1979. – 335 с.
2. **Бесов Б.Д.** Аппаратчик пневматического обогащения углей: Спр. пособие для рабочих. – М.: Недра, 1988. – 78 с.
3. **Гарковенко Е.Е.** Сравнительные испытания вибропневмосепараторов веерного типа при обогащении углей // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2010. – Вип. 41(82)-42(83). – С. 169-175.
4. Simulation of the Coal and Rock Particle Interaction Kinetics During the Dry Separation / **О.І. Nazimko, Е.Е. Garkovenko, А.Н. Corchevsky et al.** // Proceedings of XVI International Congress of Coal Preparation. USA. – 2010. – P. 581-586.
5. **Гарковенко Є.Є., Корчевський О.М., Назимко О.І.** Модульна установка переробки вуглевмісних матеріалів // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2009. – Вип. 36(77)-37(78). – С. 17-22.
6. О необходимости повышения качества углей для энергетики / **Е.Е. Гарковенко, Е.Е. Грицунова, Е.И. Назимко и др.** // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2008. – Вип. 34(75). – С. 57-63.

© Гарковенко Е.Е., Назимко Е.И., Корчевский А.Н.,
Сурженко А.Н., Кадыров А.Р., 2011

*Надійшла до редколегії 14.04.2011 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. О.Д. Полуляхом*