

А.Н. КОРЧЕВСКИЙ, канд. техн. наук
(Украина, Донецк, Донецкий национальный технический университет),

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА НА БАЗЕ СЕПАРАТОРА СВП-5,5×1 НА РАЗЛИЧНЫХ УГЛЯХ

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Применение сухих методов предварительного обогащения рядовых углей на установках на базе пневматических сепараторов (СВП) различного производства получает все более широкое применение на отечественных предприятиях. Использование метода вибропневматической сепарации позволяет создавать малогабаритные, компактные и мобильные обогатительные комплексы с круглогодичным циклом работы (МОК-СВП). При этом имеется возможность регулирования основных параметров процесса обогащения и автоматизированного управления. Положительным фактором является независимость от водных ресурсов и сооружений для складирования высоковлажных продуктов.

Сухой метод обогащения может широко применяться при предварительной переработке горной массы шахт для снижения зольности рядового угля и количества перевозимой пустой породы, а также при вторичной стадии утилизации породугольных отвалов, что является особенно актуальным в современных условиях.

Анализ исследований и публикаций. В двадцатом столетии для обогащения каменных и бурых углей Северного и Южного Урала, Дальнего Востока, Печерского бассейна, Кузбасса, Подмосковного бассейна этот метод обогащения был признан технически и экономически наиболее целесообразным [1]. Работки кафедры ОПИ ДПИ способствовали быстрому строительству и пуску фабрик с пневматическим методом обогащения на шахтах Ленинск-Кузнецка и Прокопьевска. В тот период и позже работало 13 обогатительных фабрик и 10 обогатительных установок, которые ежегодно перерабатывали более 30 млн т углей или около 8% всех обогащаемых углей СССР.

Постановка задачи. Целью данной работы является исследование работы вибрационных пневматических сепараторов на различных углях.

Изложение материала и результаты. ГП "Укруглекачество", ЗАО "Луганский машиностроительный завод им. А.Я. Пархоменко", ООО "Райт", кафедра "Обогащение полезных ископаемых" ДонНТУ и ООО "Качество Плюс" совместными усилиями в 2010 г. осуществили реализацию проекта и курирование строительства МОК-СВП на основе вибропневматического сепаратора СВП-5,5×1, изготовленного ЛМЗ им. А.Я. Пархоменко [2, 3].

Конструкция сепаратора СВП-5,5×1 основана на принципе пульсирующей подачи технологического воздуха под перфорированную деку. Бигармонический режим колебаний позволяет получать высокие технологические показатели и может применяться для выделения товарного продукта из углесодержаще-

Гравітаційна сепарація

го сир'я с широким діапазоном крупности и зольности [3]. Техническая характеристика сепаратора СВП-5,5×1 приведена в табл. 1.

Таблиця 1

Наименование параметра и размерность	Величина
1. Рабочая площадь разделения, м ²	6,7
2. Ширина деки, м	1,4
3 Производительность по исходному материалу, т/ч,	50
4. Крупность обогащаемого материала, мм	до 75
5. Поверхностная влага материала, %	до 8
6. Насыпная плотность материала, т/м ³	до 2,8
7. Погрешность разделения (при максимальной производительности)	0,25
8. Диапазон регулируемой частоты качания деки, с ⁻¹	3,0-6,7
9. Габаритные размеры, мм	
длина	6450
ширина	3900
высота	7800
10. Масса, кг	12600
11. Установленная мощность, кВт, не более	15

Обогащение рядового угля (РУ) или горной массы террикона (ГМТ) гравитационной крупности (-75+0 мм) происходит на наклонной качающейся деке сепаратора с рифленой и перфорированной рабочей поверхностью, через отверстия которой нагнетается воздух. Конструкция деки предусматривает возможность изменения углов ее наклона в поперечном и продольном направлениях [4]. Дека содержит направляющие (рифли), изготовленные из стальных полос разной высоты. Наибольшую высоту рифли имеют в зоне разгрузки концентрата. Высота направляющих постепенно уменьшается как в продольном, так и в поперечном направлении. Высота рифлей в зоне выгрузки отходов минимальна.

Воздух под деку нагнетается технологическим вентилятором через воздуховод, разделенный в верхней части на патрубки и диффузоры. Число патрубков и диффузоров соответствует числу воздушных полей сепаратора. Запыленный воздух удаляется через брезентовый зонт.

Материал из загрузочного устройства поступает на деку сепаратора, где с помощью питателя распределяется и образует "постель". Дека установлена на наклонных опорах и совершает возвратно-поступательные движения, благодаря чему "постель" по инерции подбрасывается вверх в направлении, перпендикулярном к плоскости опор. В результате одновременного подбрасываний и нагнетания потока воздуха материал "постели" разрыхляется и приобретает свойства текучести. Благодаря наклону деки в поперечном направлении и поступательному движению верхний (легкий) слой "постели", расположенный выше рифлей постепенно сползает вниз, под углом к оси сепаратора и разгружается вдоль его борта в передней части деки. Нижний (тяжелый) слой "постели", находящийся между рифлями, движется вдоль них. Разгрузка продуктов сепарации происходит по периметру деки. Распределение зольности продуктов сепарации в потоке движения возрастает в дифференциальной зависимости по периметру разгрузочной части деки и повторяет закон распределения зольности и **Збагачення корисних копалин, 2012. – Вип. 51(92)**

Гравітаційна сепарація

выходов фракций исходного сырья.

В настоящее время на территории СНГ применяются пневматические сепараторы типа FGX (Китай). Сепаратор FGX изготовлен в подвесном исполнении. В отличие от сепаратора СВП, FGX имеется возможность создания только синусоидального вибрационного возбуждения деки.

В январе-марте 2010 года были проведены независимые технологические испытания сепараторов СВП-5,5×1 и FGX-6 [5, 6]. Достоверность результатов достигалась применением операций подготовки сырья, включающих классификацию исходного материала по классу 50 мм и выделение сухого отсева -8+0 мм. В ходе испытаний контролировалась влага сырья и производительность сепараторов по исходному материалу, а также показатели продуктов обогащения. Сравнение показателей сепараторов выполнялось при выделении двух продуктов и определялось по извлечению горючей массы в концентрат и минеральной массы в отходы, по эффективности обогащения E (по Ханкоку-Луикену) и по селективности разделения S_G (по Годэну). Сравнительные результаты обогащения рядового угля на сепараторах типа FGX-6 и СВП-5,5×1 представлены в табл. 2.

Таблица 2

Фракция	Рядовой уголь			Продукты обогащения				Рядовой уголь			Продукты обогащения			
				концентрат		отходы					концентрат		отходы	
	γ , %	A^d , %	w^r , %	γ , %	A^d , %	γ , %	A^d , %	γ , %	A^d , %	w^r , %	γ , %	A^d , %	γ , %	A^d , %
	FGX-6, испытания 20.01.2010							СВП-5,5×1, испытания 11.03.2010						
Концентратная	30,3	30,2		42,6	30,2	57,4	73,9	15,9	19,8	-	30,7	19,8	69,8	73,1
Породная	40,9	73,9						36,8	73,1	-				
Питание	71,2	55,3						52,7	57,0	-				
Отсев	28,8	31,6						47,3	35,8	-				
Всего	100	48,5	6,5					100	47,0	8,9				
Извлечение горючей массы, %				66,5							56,3			
Извлечение минер. массы, %						76,8							89,5	
Эффективность E , %				43,22							45,83			
Селективность S_G , %				6,54							11,01			

В ходе сравнительных испытаний выявлено, что при близких показателях по составу исходного сырья и более высокой влажности питания (выше на 69% отн.) и значительном содержании мелочи (выше на 60% отн.), которая не могла быть полностью удалена из питания при такой влажности, сепаратор СВП-5,5×1 обеспечивает более высокие технологические показатели. Общая эффективность работы сепаратора СВП-5,5×1 при более высокой влажности исходного питания на 2,6% выше, чем сепаратора FGX-6, извлечение минеральной массы в отходы выше на 13%, селективность разделения угольных и породных фракций на выше в 1,7 раза при вдвое меньшем содержании концентратных фракций в питании.

Таким образом, сепаратор СВП-5,5×1 (Украина) является более эффективным в более трудных условиях. При соответствующей настройке режима работы сепаратора СВП-5,5×1 выход концентратных фракций может быть увеличен при повышении его зольности до допустимых пределов. Возможность перена-

Гравітаційна сепарація

стройки параметров СВП-5,5×1 в довольно широких пределах позволяет оперативно управлять процессом разделения в зависимости от свойств поступающего сырья. Установка МОК-СВП продолжает работать уже в течение трех лет с момента запуска в 2009 г.

На этой же установке (МОК-СВП) проведены два этапа испытаний по обогащению рядового угля марки "ДГ" ш. "Южно-Донбасская №1" (16.01 и 12.04.2012). Характеристика рядового угля приведена в табл. 3.

Таблица 3

Дата проведения испытаний	Показатели для классов крупности в рядовом угле, %							
	-6+0 мм		-50+6 мм		-300+50 мм		Исходный	
	выход	зольность	выход	зольность	выход	зольность	выход	зольность
16.01.2012	28,60	45,25	47,20	40,14	24,20	60,18	100,00	46,45
12.04.2012	53,50	46,14	37,80	56,99	8,70	62,50	100,00	51,66

Результаты работы сепаратора СВП-5,5×1 по классам крупности приведены в табл. 4.

Таблица 4

Класс, мм	Питание СВП, %		Концентрат, %		Отходы, %		Коэффициент снижения зольности
	выход	зольность	выход	зольность	выход	зольность	
-6+0	17,1	45,94	6,5	38,34	1,4	57,38	1,20
-50+6	37,8	56,99	15,2	23,22	29,4	76,70	2,45

Результаты работы комплекса МОК-СВП в целом приведены в табл. 5.

Таблица 5

Аппарат	Питание, %		Концентрат, %			Отходы, %			Извлечение горючей массы, %	Извлечение золы в отходы, %	Эффективность по Фоменко	Селективность по Годэну
	выход	зольность	выход	выход к операции	зольность	выход	выход к операции	зольность				
СВП-5,5×1	54,9	53,55	24,1	43,90	24,99	30,8	56,10	75,89	32,93	79,51	26,18	9,45
МОК-СВП	100,0	51,66	62,7	-	36,60	37,3	-	76,99	39,75	55,59	22,10	5,80

Данные позволяют заключить, что сепаратор СВП-5,5×1 обеспечивает снижение зольности класса -50+6 мм (характерный исходный материал) практически в 2,5 раза. Выход товарного продукта (концентрат марки ДГ) составляет 44% с зольностью $A^d = 25\%$, отходы имеют зольность $A^d \geq 75\%$.

Комплекс МОК-СВП позволяет в целом получать около 63% товарного продукта с зольностью 36-37% при зольности питания 51,7%. Отходы МОК-Збагачення корисних копалин, 2012. – Вип. 51(92)

Гравітаційна сепарація

СВП имеют зольность 77% и являются отвальными.

Для снижения зольности рядовых углей других марок, например для марок Ж и К шахт ОАО "Краснодонуголь" комплекс МОК-СВП на базе сепаратора СВП-5,5×1 также может применяться. Его применение необходимо рассматривать только в качестве вспомогательного технологического передела (предварительного обогащения горной массы), результатом которого является существенное снижение зольности рядовых углей, поступающих на последующее глубокое мокрое обогащение. Нецелесообразно выдвигать к МОК-СВП технические требования о снижении зольности концентрата $A^d \geq 25\%$, т.к. данное требование приводит к уменьшению зольности отходов и выводит их из категории отвальной породы.

Целесообразны следующие технические требования к МОК-СВП:

– рядовой подвергается предварительной классификации на три класса крупности: крупный (+50 мм), средний (-50+6 мм) и мелкий отсев (-6 мм), что соответствует существующей технологической схеме МОК-СВП;

– крупный класс +50 мм подвергается дополнительной классификации по размеру 100 мм с направлением класса +100 мм на ручную углевыборку, а класса -100+50мм – на полуавтоматическую породовыборку в породовыборочной машине;

– средний класс -50+6(0) мм подается на обогащение в сепаратор СВП-5,5×1 с выделением легкого и тяжелого продуктов. Основным требованием к конструкции и настройкам СВП-5,5×1 является выделение отвальной породы в виде тяжелого продукта с выходом $\gamma \geq 8\%$ и зольностью $A^d = 76-77\%$. Легкий продукт с $A^d \leq 45\%$ является оптимальным обесшламленным исходным питанием отсадки (в перспективе – тяжело-среднего обогащения) с минимальным коэффициентом образования шлама;

– мелкий отсев -6+0мм подвергается дополнительной классификации по классам 2,5-3,5 мм (эффективный размер определяется экспериментально на основе грансостава рядового угля) с направлением надрешетного продукта в сепаратор СВП-5,5×1 для формирования псевдо-ожиженной постели, а подрешетного продукта – в шламовый отсев для дальнейшего глубокого мокрого обогащения. Выведение из технологии сухого обогащения основного объема тонких пылеватых частиц позволит резко снизить пылеобразование в сепараторе СВП-5,5×1 и запыленность промплощадки МОК-СВП.

Целесообразны следующие изменения схемы цепи аппаратов для комплектации МОК-СВП:

– основным требованием к конструкции и настройкам является сепаратора СВП-5,5×1 должно быть максимальное выделение отвальной породы при обеспечении эффективного улавливания пыли и минимальной запыленности МОК-СВП;

– дымосос ДН-17 (ДН-19), вентилятор ДНу-12,5 и циклон Ц-24 обязаны быть заменены идентичным (или аналогичным) оборудованием украинского производства;

– следует предусматривать секцию ручной углевыборки класса +100 мм;

– необхідно иметь секцию полуавтоматической углевыборки класса -100+50 мм на базе породовыборочной машины МПВ;

– предусмотреть секцию дополнительной классификации отсева на базе грохота с эластичной упруго-деформируемой поверхностью ГЭДП-52.

Выводы. Сравнительные испытания показали, что отечественный сепаратор СВП-5,5×1 обеспечивает более высокие технологические показатели в более трудных условиях и имеет проверенную надежность работы.

Возможность перенастройки параметров СВП-5,5×1 в широких пределах позволяет оперативно управлять процессом разделения в зависимости от свойств поступающего сырья. Динамическая и кинематическая схема сепаратора СВП-5,5×1 обеспечивает более высокую разрыхленность постели, что способствует улучшению селективности разделения концентратных и породных фракций.

Комплекс МОК-СВП может применяться для снижения зольности рядовых углей других марок, что следует рассматривать в качестве предварительного обогащения горной массы, результатом которого является существенное снижение зольности рядовых углей, поступающих на последующее глубокое мокрое обогащение.

Список литературы

1. Оборудование для обогащения угля: Спр. пособие / Под ред Б.Ф. Братченко. – М.: Недра, 1979. – 335 с.
2. Применение вибрационных пневматических сепараторов веерного типа при обогащении углей / Е.Е. Гарковенко, Е.И. Назимко, А.Н. Корчевский и др. // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2011. – Вип. 45(86). – С. 66-70.
3. 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.
4. O.I. Nazymko et al. Simulation of the Coal and Rock Particle Interaction Kinetics During the Dry Separation / Nazymko O.I., Garkovenko E.E., Corchevsky A.N., Nazymko V.V., Rozanov Y.A., Martyanov S.V. // Proceedings of XVI ICCP. – USA. – 2010. – P. 581-586.
5. Сравнительные испытания вибрационных пневматических сепараторов веерного типа при обогащении углей / Е.Е. Гарковенко, Е.И. Назимко, А.Н. Корчевский и др. // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2010. – Вип. 41(82)-42(83). – С. 169-175.
6. Исследование работы вибрационного пневматического сепаратора / Е.Е. Гарковенко, Е.И. Назимко, А.Н. Корчевский и др. // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2011. – Вип. 45(86). – С. 78-84.

© Корчевский А.Н., 2012

*Надійшла до редколегії 27.07.2012 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. О.І. Назимко*