

Е.Е. ГАРКОВЕНКО, докт. техн. наук

(Украина, Донецк, ГП «Укруглекачество»),

Ю.М. ГАРИН, А.В. ПАРХОМЕНКО, инж.,

(Украина, Луганск, ООО «Машиностроительный завод им. Пархоменко»)

Ю.А. РОЗАНОВ, инж.,

(Украина, Донецк, ООО «РАЙТ»),

С.В. МАРТЬЯНОВ, инж.,

(Украина, Луганск, ООО «КоалИст»)

Е.И. НАЗИМКО, докт. техн. наук, **А.Н. Корчевский**,

(Украина, Донецк, Донецкий национальный Технический Университет),

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ВИБРОПНЕВМОСЕПАРАТОРОВ ВЕРТЯЩЕГО ТИПА ПРИ ОБОГАЩЕНИИ УГЛЕЙ

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. В последнее время наблюдается тенденция роста популярности сухих методов разделения и обогащения различных сыпучих материалов. Применение метода вибропневматической сепарации позволяет создавать малогабаритные, компактные и мобильные обогатительные установки с круглогодичным циклом работы. Эти установки имеют возможность оперативного управления и регулирования основных технологических параметров процесса обогащения. Существенную роль играет независимость от водных ресурсов и отсутствие необходимости складирования высоковлажных продуктов, что является немаловажным положительным фактором размещения установок в местах с ограниченной обеспеченностью гидроресурсами.

Сухой метод обогащения с использованием вибропневматической сепарации может широко применяться при предварительной переработке горной массы угледобывающих предприятий с целью снижения зольности рядового угля, а также при вторичной стадии утилизации породоугольных отвалов, что является особенно актуальным в современных условиях.

Анализ исследований и публикаций. В 60-70-х годах прошлого столетия этот метод обогащения был признан технически и экономически наиболее целесообразным для обогащения каменных и бурых углей Северного и Южного Урала, Дальнего Востока, Печерского бассейна, Кузбасса, Подмосковского бассейна [1]. В тот период 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 сравнительное исследование работы вибрационных пневматических сепараторов отечественного и импортного производства (Китай).

Изложение материала и результаты. Совместными усилиями ГП «Укруглекачество», ООО «Луганский машиностроительный завод имени А.Я. Пархоменко», ООО «Райт», кафедры «Обогащение полезных ископаемых»

Донецкого национального технического университета и ООО «Качество Плюс» осуществлена реализация проекта и курирование строительства модульной обогатительной установки на основе сепаратора СВП-5,5х1, изготовленного ООО «Луганский машиностроительный завод имени А.Я. Пархоменко». Техническая характеристика сепаратора СВП-5,5х1 приведена в табл. 1.

Таблица 1. Техническая характеристика сепаратора СВП-5,5х1.

Наименование параметра и размера	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

В сепараторе применена пульсирующая подача технологического воздуха под перфорированную деку. Принцип работы и конструкция деки сепаратора позволяют получать качество продуктов обогащения (с выделением двух или трех продуктов) согласно требованиям потребителя. Распределение зольности в потоке дифференциально растет по периметру разгрузочной части деки сепаратора и повторяет закон распределения зольности и выходов фракций исходного сырья.

Обогащение угля или других сыпучих материалов гравитационной крупности происходит на наклонных качающихся деках 9 с перфорированной рабочей поверхностью 10, через отверстия которой продувается воздух. Воздух под деку подается технологическим вентилятором 8 через воздуховод 1, разделенный в верхней части на патрубки 2 и диффузоры 3 (рис. 1). Число патрубков и диффузоров соответствует числу воздушных полей сепаратора. Запыленный воздух удаляется через зонт 4.

В конструкции предусмотрена возможность изменения углов наклона деки в поперечном и продольном направлениях. На деке сепаратора расположены направляющие 12 (рифли), изготовленные из стальных полос разной высоты. Наибольшую высоту рифли имеют в поле I в зоне разгрузки концентрата 13. Высота направляющих постепенно уменьшается как в

продольном, так и в поперечном направлении, в зоне выгрузки отходов 11 она минимальна.

Материал из загрузочного устройства 6 поступает на деку сепаратора, где с помощью питателя распределяется, образуя постель 5. Дека, установленная на наклонных опорах 7, совершает возвратно-поступательные движения (качания), благодаря чему постель по инерции подбрасывается вверх в направлении, перпендикулярном к плоскости опор. В результате подбрасываний и одновременного воздействия потока воздуха материал постели разрыхляется и приобретает «текучесть».

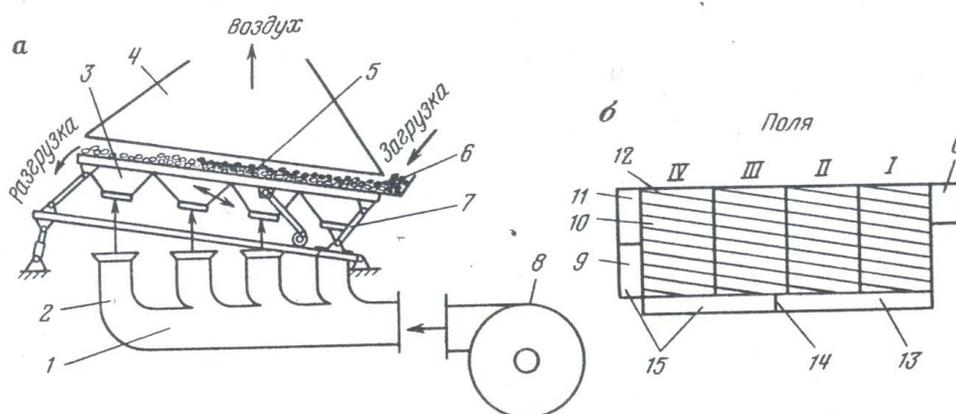


Рис. 1. Схема вибрационного пневматического сепаратора: а – вид сбоку; б – вид деки сепаратора сверху

Благодаря наклону деки в поперечном направлении и поступательному движению постели слой легких частиц, располагающийся выше направляющих, постепенно «сползает» вниз, под углом к оси сепаратора и разгружается вдоль борта сепаратора в передней части деки. Нижние слои постели, находящиеся между направляющими, продвигаются вдоль них. Разгрузка продуктов выполняется по периметру сепаратора (рис. 2).

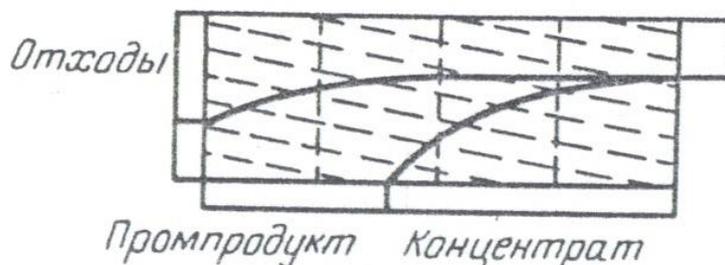


Рис. 2. Зоны выделения продуктов обогащения на деке сепаратора

На рис. 3 представлена конструктивная схема комплекса обогащения на основе вибрационного пневматического сепаратора СВП-5,5х1. Данный

комплекс входит в состав модульной установки по переработке углесодержащих материалов (рис. 4).

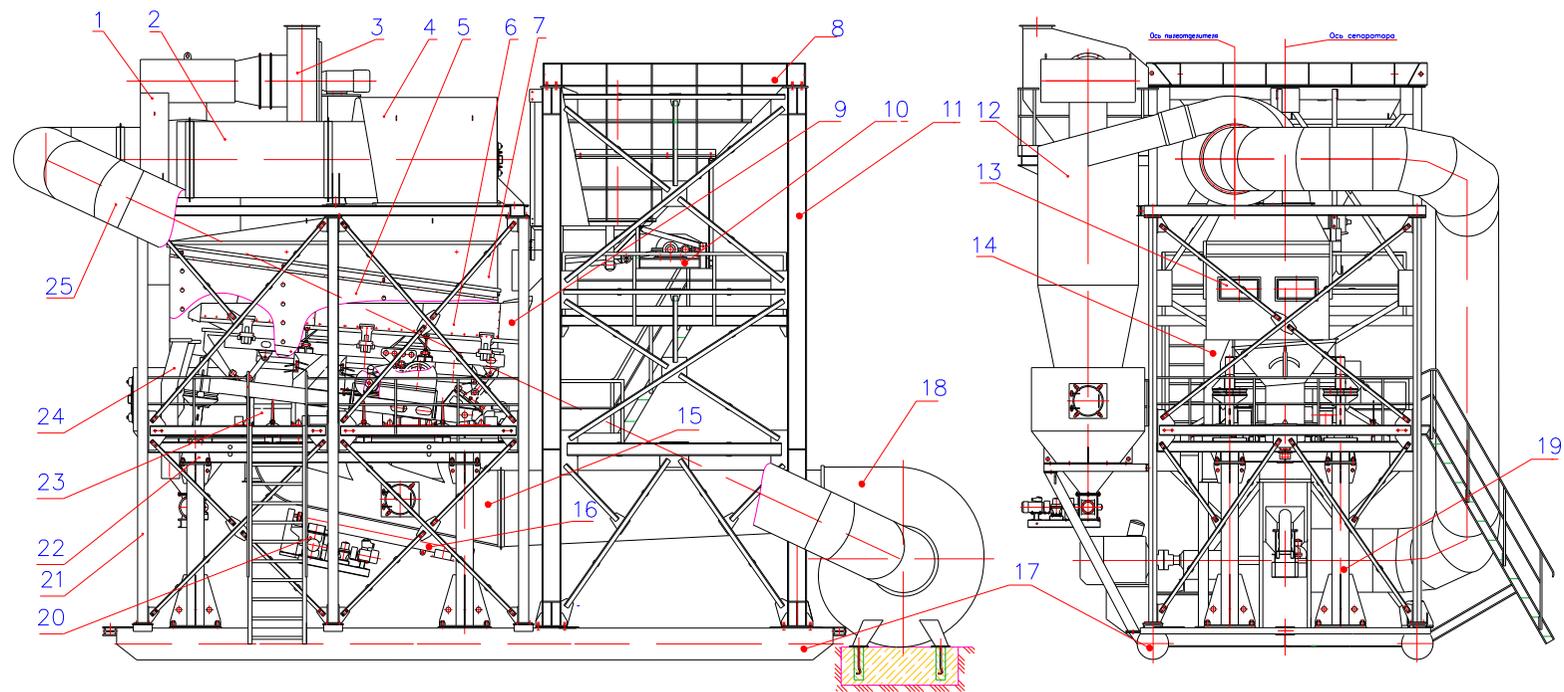


Рис. 3. Комплекс обогащения на основе вибрационного пневматического сепаратора СВП-5,5х1

1 – закручивающая улитка; 2 – труба; 3 – вентилятор дутьевой ВДНУ 12,5; 4 – пылеотделитель; 5 – шпора; 6 – сепаратор СВП – 5,5х1; 7 – зонт; 8 – бункер; 9 – загрузочный лоток; 10 – питатель ПК-1,2-8,0; 11 – металлоконструкция; 12 – циклон; 13 – окно смотровое; 14 – приёмные воронки; 15 – воздухопровод; 16 – разгрузчик; 17 – платформа; 18 – дымосос ДН17; 19 – стойка; 20 – дозатор; 21 – металлоконструкция; 22 – рама; 23 – пульсатор; 24 – воронка породная; 25 – трубопровод.

Ситуаційний план

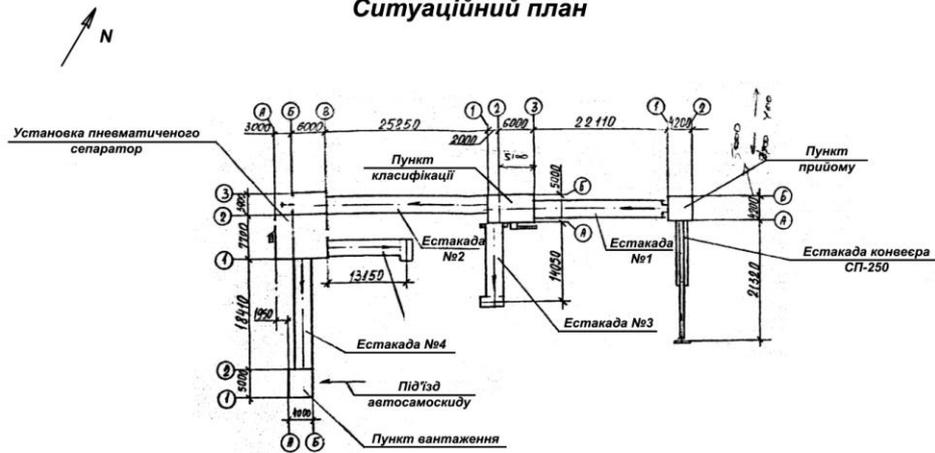


Схема обладнання

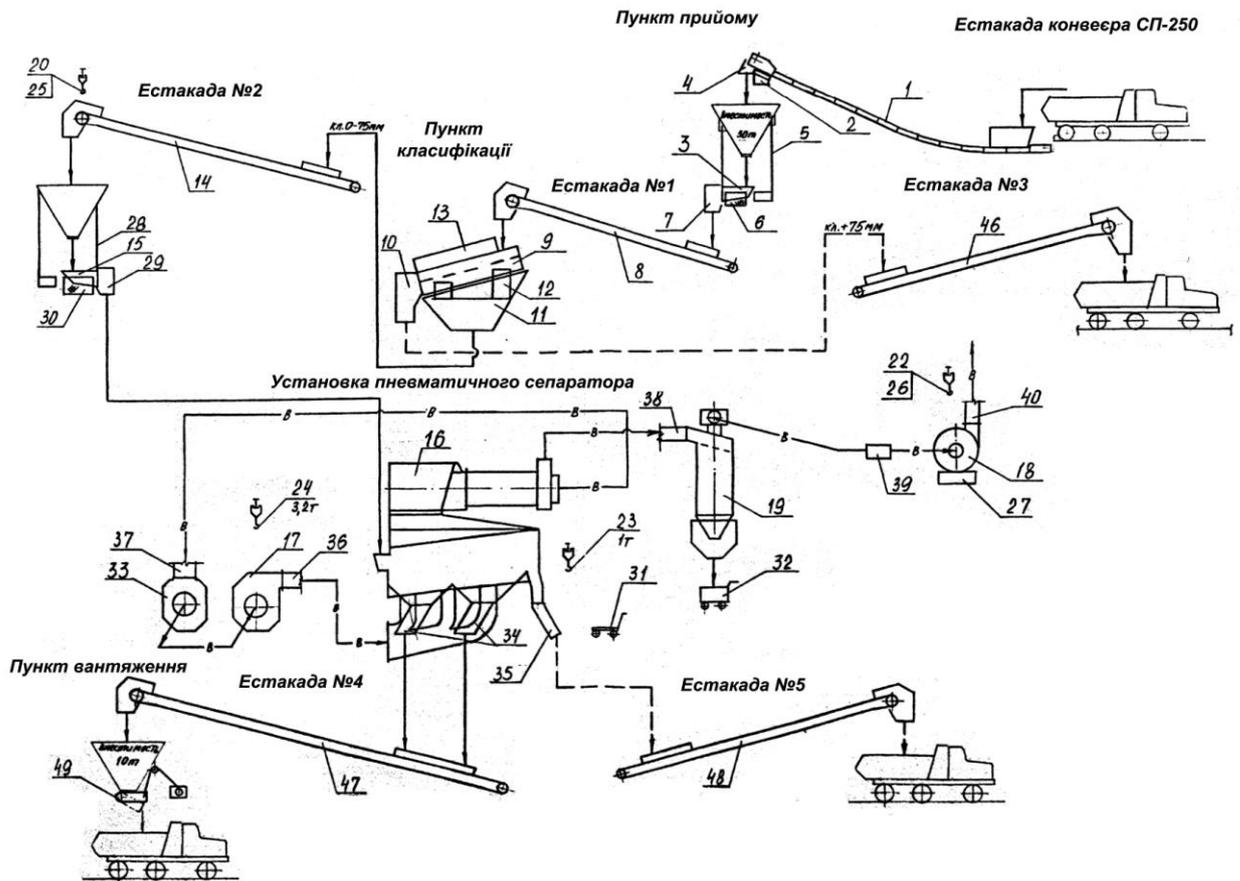


Рис. 4. Ситуаційний план і схема модульної установки

В настоящее время в Украине в некоторых случаях применяются пневматические сепараторы типа FGX (Китай, Тангшанское Отделение Углеобогащения Китайского Угольного исследовательского института CCRI) с альтернативной конструктивной схемой исполнения. Принцип действия сепаратора FGX и основные конструктивные элементы показаны на рис. 5, техническая характеристика – в табл. 2.

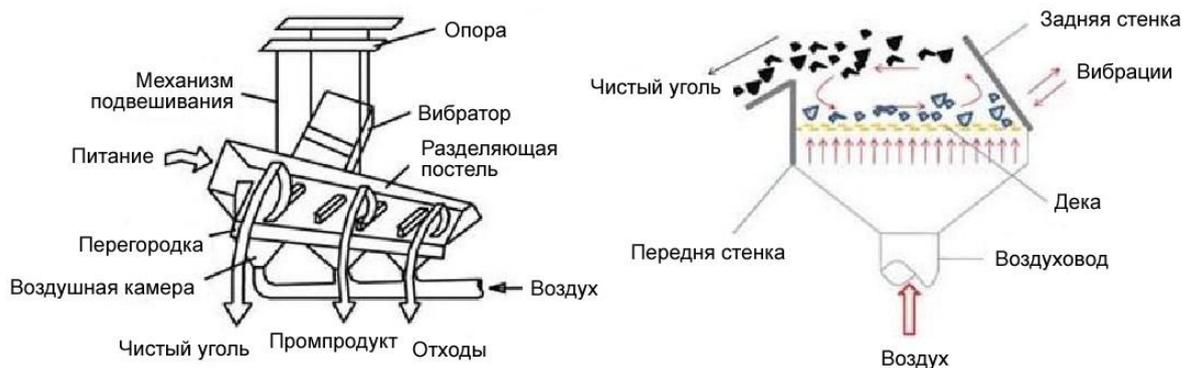


Рис. 5. Конструктивная схема и принцип работы сепаратора типа FGX

Сепаратор изготовлен в подвесном исполнении. В качестве приводного механизма применяется спаренный блок мотор-вибраторов. В отличие от отечественной конструкции здесь имеется возможность создания только синусоидального цикла вибровозбуждения, кроме того, технологический воздух подается под деку без пульсирующих возмущений.

Таблица 2. Техническая характеристика сепаратора FGX-6

Наименование параметра и размера	Величина
1 Рабочая площадь разделения, м ²	6
2 Производительность по исходному материалу, т/ч,	42-60
4 Крупность обогащаемого материала, мм	До 80
5 Диапазон регулируемой частоты качания деки, мин ⁻¹	980
6 Габаритные размеры, мм	
длина	12000
ширина	10000
высота	7800
8 Масса, кг	9200
9 Установленная мощность, кВт, не более	20

В январе-марте 2010 года проведены независимые технологические эксперименты на установках вибропневматического обогащения на базе сепараторов СВП-5,5x1 и FGX-6. Достоверность результатов достигалась применением операций подготовки сырья, включающих классификацию исходного материала по крупности 50 мм и получение сухого отсева 0-8 мм. В ходе эксперимента контролировалась влага питания и производительность сепараторов по исходному, а также показатели продуктов обогащения.

Эффективность работы обогатительных аппаратов при выделении двух продуктов (концентрат и отходы) определялась по извлечению по горючей массы в концентрат и отходы (потери горючей массы) по известным зависимостям и по формуле Фоменко Т.Г., %:

$$E = \varepsilon_k \varepsilon_{отх} / 100 .$$

Результаты промышленных испытаний представлены в табл. 3.

Таблица 3. Сравнительные результаты обогащения рядового угля на сепараторах типа FGX-6 и СВП-5,5x1

Фракции	Рядовой уголь, %			Продукты обогащения, %			
	вы- ход	золь- ность	влаж- ность	концентрат		отходы	
				выход	золь- ность	выход	золь- ность
Сепаратор FGX-6, эксперимент и опробование 20.01.2010							
Концентратная	30,3	30,2		42,56	30,2	57,44	73,9
Породная	40,9	73,9					
Питание сепаратора	71,2	55,3					
Отсев	28,8	31,6					
Всего	100	48,48	6,5				
Извлечение горючей массы, %				66,46			
Извлечение минеральной массы, %						76,76	
Эффективность обогащения, %			51,0	Селективность разделения			6,54
Сепаратор СВП-5,5x1, эксперимент и опробование 11.03.2010							
Концентратная	15,9	19,8		38,33	19,8	61,67	78,58
Породная	36,8	73,11					
Питание сепаратора	52,7	57,03					
Отсев	47,3	35,8					
Всего	100	56,05	8,9				
Извлечение горючей массы, %				71,54			
Извлечение минеральной массы, %						84,97	
Эффективность обогащения, %			60,79	Селективность разделения			14,86

Анализ данных испытаний свидетельствует о том, что сепаратор СВП-5,5x1 (Украина) обеспечивает более высокие технологические показатели по сравнению с сепаратором FGX-6 (Китай) в более трудных условиях: при более влажном питании получена эффективность обогащения на 10% выше и вдвое большая селективность разделения угольных и породных фракций.

Выводы:

1. Исходные продукты, подвергавшиеся технологическому эксперименту на сепараторах, имели достаточно близкие показатели.
2. Влажность питания сепаратора СВП-5,5x1 превышала влажность питания сепаратора FGX-6 на 2,4%.
3. Извлечение горючей массы в концентрат и минеральной массы в отходы на сепараторе СВП-5,5x1 выше на 5% и 8%, соответственно, чем на сепараторе FGX-6.

4. Общая эффективность работы сепаратора СВП-5,5х1 на 9,8% выше, чем сепаратора FGX-6.

5. Пульсирующая подача воздуха под деку в зоны разделения способствует повышению эффективности сепарации.

6. Динамическая и кинематическая схема сепаратора СВП-5,5х1 обеспечивает более высокую разрыхленность постели за счет дополнительных вертикальных составляющих колебаний, что способствует улучшению селективности разделения концентратных и породных фракций.

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. Справочное пособие для рабочих.- М.: Недра, 1988.-78 с.

3. **Є.Є. Гарковенко, О.М. Корчевський, О.І. Назимко.** Модульна установка переробки вуглевмісних матеріалів // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2009.-Вип. 36(77)-37(78).- С. 17-22.

4. **L.I. Nazimko, E.E. Garkovenko, A.N. Corchevsky, I.N. Druts.** Kinetics of Phases Interaction during Mineral Processing Simulation // *Proceedings of XV International Congress of Coal Preparation. China. 2006. p. 785-798.*

5. **Е.Е. Гарковенко, Е.Е. Грицунова, Е.И. Назимко, А.Н. Корчевский.** О необходимости повышения качества углей для энергетики // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2008 - вып. 34(75) - С. 57-63.