

УДК 622.764

**О.М. Корчевський**, к.т.н., доцент

**Є.Є. Ісаєва**, магістрант

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

### **Технологія вібраційно-пневматичного збагачення**

**Анотація:** Приведен принцип роботи вібраційно-пневматичного сепаратора, а також фактори, впливаючі на його ефективність. Розглянуто технологічні параметри роботи сепаратора. Проаналізовані опытні дані порівняльних характеристик роботи вітчизняного сепаратора і його зарубіжного аналога, виконано порівняння ефективності їх роботи.

**Ключевые слова:** ОБОГАЩЕНИЕ, ВИБРАЦИОННО-ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ СЕПАРАТОР, МОДУЛЬНАЯ УСТАНОВКА, КОНЦЕНТРАТ, ОТХОДЫ, ПРОМПРОДУКТ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ, СЕПАРАЦИЯ, СВП-5,5x1.

**О.М. Корчевський**, к.т.н., доцент

**Є.Є. Ісаєва**, магістрант

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

### **Технологія вібраційно-пневматичного збагачення**

**Анотація:** Наведено принцип роботи вібраційно-пневматичного сепаратора, а також фактори, що впливають на його ефективність. Розглянуто технологічні параметри роботи сепаратора. Проаналізовано дослідні дані порівняльних характеристик роботи вітчизняного сепаратора і його зарубіжного аналога, виконано порівняння ефективності їх роботи.

**Ключові слова:** ЗБАГАЧЕННЯ, ВИБРАЦІЙНО-ПНЕВМАТИЧНИЙ СЕПАРАТОР, МОДУЛЬНА УСТАНОВКА, КОНЦЕНТРАТ, ВІДХОДИ, ПРОМПРОДУКТ, ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ, СЕПАРАЦІЯ, СВП-5,5X1

**A. Korchevskiy**, PhD, assistant professor,

**E. Isayeva**, masters course student

Donetsk national technical university

### **Technology of vibration-pneumatic separation**

**Abstract:** Operation Principles of vibration-pneumatic separator, and the factors that influence its effectiveness were presented. Technological parameters of the separator were considered. Was analyzed the experimental data of the comparative characteristics of the home-produced separator and foreign analogue, comparison of their effectiveness was made.

**Key words:** ENRICHMENT, VIBRATION-PNEUMATIC SEPARATOR, MODULAR PLANT, CONCENTRATE, WASTE, MIDDLLINGS, PROCESS PARAMETERS, SEPARATION, SVP-5,5X1

**Постановка проблеми та стан її вивчення.** Вібраційно-пневматичне збагачення є перспективною та відносно молодого технологією збагачення. Область застосування вібраційно-пневматичного збагачення: переробка породних відвалів, вилучення металу з лому кабельно-провідникової продукції, збагачення вугілля крупністю до 75 мм при вологості до 8 % вихідного матеріалу. З використанням даної технології можуть бути створені компактні збагачувальні установки, які можуть бути розміщені в безпосередній близькості до джерел вихідної сировини.

**Мета роботи.** Аналіз роботи вібраційно-пневматичних сепараторів.

Пневматичне збагачення - процес розподілу матеріалу за щільністю на перфорованій поверхні під дією повітряного потоку або спільної дії повітряного потоку і механічного встрякування. При спільній дії повітряного потоку і механічного встрякування матеріал розпушується і розшаровується за щільністю і крупністю часток.

Пневматичний метод застосовується для збагачення енергетичного вугілля легкої і середньої категорії збагачення

Загальним для усіх методів пневматичної сепарації є те, що результати збагачення в основному залежать від ефективності розшарування матеріалу під дією потоків повітря та механічних встрякувань.

Закони такого розшарування через мірно ускладнені, так як у даному випадку має місце, як змучування часток у потоках повітря в стиснених умовах, так і сегрегація їх при встрякуванні. При спільній дії повітря і встрякуванні на постіль матеріалу неможливо розглянути збагачення на пневматичних сепараторах як просту суму процесів розподілу зерен у потоці повітря і сегрегації. Відомо, що у даному випадку процес збагачення ускладнюється одночасною їх дією, в наслідок чого мають місце якісно нові закономірності.

Під впливом механічних і повітряних встрякувань частки однакової крупності розшаровуються за щільністю: унизу більш важкі, догори - більш легкі. При однаковій щільності часток у нижніх шарах концентруються більш дрібні, а у верхніх - більш крупні.

Наявність цих конкуруючих процесів розшарування дозволяє добиватися на пневматичних сепараторах розшарування матеріалу за щільністю при значній різниці у крупності часток. У результаті

розшарування частки, щільність яких менше щільності розподілу, концентруються у верхніх шарах постелі, а більше щільності розподілу - у нижніх шарах. Між ними знаходиться шар часток проміжної щільності, а також суміш крупних легких і дрібних важких часток, які не розшарувалися із- за їх межової крупності.

Розподіл матеріалу на продукти здійснюється шляхом переміщення утворених шарів постелі по робочій поверхні сепаратора у одному або різних напрямках.

Пневматичне збагачення чутливе до вологи матеріалу. Зовнішня волога кам'яного вугілля не повинна перевершувати 8%, бурих - 15%.

Ефективність пневматичного збагачення всіма методами визначається технологічними і конструктивними параметрами. [1].

До основних технологічних параметрів відносять: гранулометричний і фракційний склад вихідного матеріалу і його вологість.

Вологість вихідного матеріалу за умовами експлуатації повинна бути 5-7%. Підвищення вологості призводить до зниження швидкості розшарування, продуктивності і якості продуктів збагачення, - тому що забиваються отвори робочої поверхні і порушується подача повітря.

Крупність вихідного матеріалу впливає на товщину постелі. Збільшення крупності вихідного матеріалу приводить до збільшення товщини постелі і вимагає збільшення витрат і тиску повітря, збільшення амплітуди і зменшення частоти пульсацій.

Гранулометричний склад вихідного матеріалу. При гравітаційному збагаченні вугілля в широкому діапазоні крупності дрібні класи не збагачуються, але їх присутність в пневматичному апараті поліпшує процес розділення інших класів крупності. Тому бажано, щоб в збагачувальному матеріалі було близько 30% дріб'язку, хоча в той же час відомо, що його присутність погіршує технологічні показники.

Зольність дрібних класів повинна бути невисокою, тому що дрібні класи переходять у концентрат в не збагачуваному стані.

Фракційний склад вихідного матеріалу визначає його збагачуваність, а отже вихід і зольність продуктів збагачення.

Рівномірність навантаження апарата. Подача живлення повинна бути рівномірною, тому що при зниженні навантаження матеріал осідає між рифлями і направляється у відходи, при підвищенні навантаження не всі важкі зерна розташовуються між рифлями і потрапляють у концентрат.

Продуктивність апарата залежить від вологості, збагачуваності і гранулометричного складу матеріалу.

До основних конструктивних параметрів відносять: висота рифлів сепараторів, подовжній та поперечний кути нахилу деки, кути нахилу опор сепаратора, витрати повітря, частота і амплітуда коливань деки сепаратора. [1].

### **Принципові відмінності методу і конструкції сепаратора СВП**

Були проведені незалежні технологічні випробування сепараторів СВП-5,5x1 і FGX-6.

Достовірність результатів досягалася застосуванням операцій підготовки сировини, що включають класифікацію вихідного матеріалу за класом 50 мм і виділення сухого відсіву класом 0-8 мм.

### Технічні параметри сепаратора СВП-5,5х1

1. Продуктивність по вихідному матеріалу, т/год, не більше	50
2. Клас крупності вихідного матеріалу, мм, не більше	75
3. Насипна щільність вихідного матеріалу, т/ м <sup>3</sup> , не більше	2,8
4. Поверхнева волога вихідного матеріалу, %, не більше	8,0
5. Робоча площа поділу, м <sup>2</sup>	6,7
6. Ширина деки, м	1,4
7. Діапазон регульованої частоти коливання деки, с <sup>-1</sup>	5,0 ÷ 6,7
8. Потужність приводів встановлена, кВт	15,0
9. Розміри габаритні, мм	6 450x3 906x7 750
10. Вага, кг	12 570
11. Продукти збагачення: концентрат, промпродукт і порода	

### Технічні параметри сепаратора FGX-6

1. Продуктивність по вихідному матеріалу, т/ч	40
2. Клас крупності вихідного матеріалу, мм,	6-60
3. Насипна щільність вихідного матеріалу, т/м <sup>3</sup> , не більше	2,8
4. Поверхнева волога вихідного матеріалу, %, не більше	7,0
5. Робоча площа поділу, м <sup>2</sup>	6,0
6. Ширина деки, м	1,4
7. Діапазон регульованої частоти коливання деки, с <sup>-1</sup>	16
8. Потужність приводів встановлена, кВт	20,0
9. Розміри габаритні, мм	12000x10000x7800
10. Вага, кг	9200
11. Продукти збагачення: концентрат, порода	

Таблиця 1.3 - Порівняння показників роботи сепараторів типу FGX-6 і СВП-5,5х1

Показники	Рядове вугілля			Продукти збагачення, %			
	вихід	зольність	волога	концентрат		відходи	
				вихід	зольність	вихід	зольність
<b>Сепаратор FGX-6</b>							
Концентрат	30,3	30,2		42,56	30,2		
Породна фракція	40,9	73,9				57,44	73,9
Живлення	71,2	55,3					
Відсів	28,8	31,6					
<b>Разом</b>	<b>100,0</b>	<b>48,48</b>	<b>6,5</b>				

Вилучення горючої маси, %		66,46					
Вилучення мінеральної маси, %		76,76					
Ефективність збагачення, %		43,22					
Селективність розподілу, %		6,54					
<b>Сепаратор СВП-5,5x1</b>							
Концентрат	15,9	19,8		30,17	19,8		
Породна фракція	36,8	73,11				69,83	73,11
Живлення	52,7	57,03					
Відсів	47,3	35,8					
<b>Разом</b>	<b>100,0</b>	<b>46,99</b>	<b>8,9</b>				
Вилучення горючої маси, %		56,31					
Вилучення мінеральної маси, %		89,52					
Ефективність збагачення, %		45,83					
Селективність розподілу, %		11,01					

У ході випробувань контролювалася волога сировини і продуктивність сепараторів з вихідного матеріалу, а також показники продуктів збагачення.

Порівняння показників сепараторів виконувалося при виділенні 2 (двох) продуктів (концентрат і відходи) і визначалося з вилучення горючої маси в концентрат і мінеральної маси у відходи по ефективності збагачення  $E$  (формула Хенкока-Луйкена) і по селективності розділення  $SG$  (формула Годена).

У зв'язку з тим, що ефективність та селективність поділу є взаємно протилежними показниками, їх використання дає найбільш об'єктивну оцінку результатів випробування.

$$E=100 \cdot \gamma_K(A_{\Pi}-A_K)/A_{\Pi}(100-A_{\Pi})$$

$$S_G=((100-A_K)/A_K) \cdot (A_O/(100-A_O))$$

де:  $\gamma_K$  - вихід концентрата, %;  $A_{\Pi}$ ,  $A_K$ ,  $A_O$  - зольність живлення, концентрата и відходів, %.

Аналіз порівняльних випробувань СВП-5,5x1 и FGX-6

1. Сепаратор СВП-5,5x1 мав показник переробки вугілля при вологості живлення вищу за FGX-6.

2. Пульсуюча подача повітря під деку в зони поділу сприяє підвищенню ефективності сепарації СВП-5,5x1.

3. Динамічна і кінематична схеми СВП-5,5x1 забезпечують більш високу розпушення «ліжку» за рахунок додаткових вертикальних

складових коливань, що сприяє поліпшенню селективності розділення легких та важких фракцій.

4. СВП-5,5x1 забезпечує більш високі технологічні показники при більш важких вихідних умовах сепарації. При відповідній настройці режиму роботи СВП-5,5x1 вихід концентратних фракцій може бути збільшений при одночасному підвищенні його зольності до допустимих меж.

5. Можливість перенастроювання параметрів СВП-5,5x1 в досить широких межах дозволяє оперативно управляти процесом поділу в залежності від властивостей сировини, що надходить. [2]

### **Висновки.**

Аналіз даних випробувань свідчить, що сепаратор СВП-5.5x1 (Україна) забезпечує більш високі технологічні показники в порівнянні з сепаратором FGX-6 (Китай) в більш складних умовах і при більш вологому живленні (на 2,4%) отримана більш висока ефективність збагачення (на 2,6%) при більшій селективності розподілу вугільних і породних фракцій (в 1,7 рази).

Таким чином, пневмовібраційні сепаратори веєрного типу вітчизняного виробництва мають однакові, або кращі показники збагачення, і тому можуть бути рекомендовані взамін аналогічних закордонних машин

### **Список літератури**

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

2. **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.*

3. **Е.Е. Гарковенко и др.** Сравнительные испытания вибрационных пневматических сепараторов веєрного типа при обогащении углей / Гарковенко Е.Е., Назимко Е.И., Корчевский А.Н., Гарин Ю.М., Пархоменко А.В., Розанов Ю.А., Мартьянов С.В. // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2010 - вып. 41(82) – 42(83) - С. 169-175.

4. **Е.Е. Гарковенко и др.** Исследование работы вибрационного пневматического сепаратора / Гарковенко Е.Е., Назимко Е.И., Корчевский А.Н., Сурженко А.Н., Кадыров А.Р. // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2011. - Вип. 45(86). - С. 78-84.