

О.Д. ПОЛУЛЯХ, д-р техн. наук,

А.Д. НИЩЕРЯКОВ, А.М. БЕРЛІН, канд. техн. наук
(Україна, Дніпропетровськ, ДП "Укрндівуглезбагачення"),

Я.Т. ШАВАРСЬКИЙ, Ю.В. ІЛЬКЕВИЧ

(Україна, Червоноград, шахта "Степова" ДП "Львіввугілля")

ДОСЛІДЖЕННЯ НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІЙ ВАКУУМНО-ПНЕВМАТИЧНО-ТРИБОГРАВІТАЦІЙНІЙ УСТАНОВЦІ ЗБАГАЧЕННЯ РЯДОВОГО ВУГІЛЛЯ ШАХТИ "СТЕПОВА" ДП "ЛЬВІВВУГІЛЛЯ"

Вивчивши світовий досвід по збагаченню вугілля, спеціалістами шахти "Степова" була розроблена і виготовлена експериментальна установка для зниження зольності вугілля методом вакуумно-пневматично-трибогравітаційної сепарації.

Виготовлена силами шахти "Степова" установка вакуумно-пневматично-трибогравітаційної сепарації вугілля (далі "установка") з організацією в робочій зоні висхідного повітряного потоку і пов'язаного з ним вихрового потоку, в якому відбувається збагачення вугілля і дозбагачення проміжних фракцій, принципово відрізняється від наявних в Україні інших апаратів пневматичного збагачення.

Структурна схема установки приведена на рисунку.

Установка складається з грохота шнекового (ГШ) – 1; модулів № 1, № 2, № 3 (які включають сопла, вентилятори и бункера) – 2; стрічковий сітчастий конвеєр – 3; стрічкові конвеєри № 1, № 2, № 3 – 4; трибогравітаційні пристрої стрічкового типу (пластино-відділювачі № 1, № 2, № 3) – 5; стрічковий конвеєр відсіву – 6; системи аспірації – 7; стрічкового конвеєру просипу – 8; стрічкового конвеєру концентрату – 9; породного конвеєру – 10; породного конвеєру – 11; породного бункера – 12; жолоб у завантаження – 13.

Призначення складових установки

Грохот шнековий ГШ (1 шт.) – для відсіву вугілля крупністю 0-13 мм і відділення машинного класу +13 мм для подальшого збагачення.

Модуля № 1, № 2, № 3, які включають:

– сопла (3 шт.) – для всмоктування легких фракцій вугілля за допомогою повітря.

– вентилятори ВДН-9 (3 шт.) – для створення вакууму за допомогою відсіву повітря.

– бункери (3 шт.) – для відділення твердого матеріалу від повітря.

Стрічковий сітчастий конвеєр (1 шт.) – для транспортування машинного класу +13 мм під сопла.

Стрічкові конвеєри (3 шт.) – для транспортування твердого матеріалу із під бункерів.

Трибогравітаційні пристрої стрічкового типу (пластино-відділювачі 3 шт.) – для відділення породних часток від концентратних за різницею у коефіцієнтах тертя.

Збагачення корисних копалин, 2013. – Вип. 54(95)

Спеціальні та комбіновані методи

Стрічковий конвеєр відсіву – для транспортування відсіву кл. -13 мм та просипів із під сітчастого стрічкового конвеєру.

Система аспірації пилу (циклон) – для відділення пилу з повітря.

Стрічковий конвеєр просипу – для збору і подачі просипів на конвеєр відсіву.

Стрічковий конвеєр концентрату – для збору і транспортування концентрату з трибогравітаційних пристроїв стрічкового типу.

Породний конвеєр – для збору і транспортування породи з трибогравітаційних пристроїв стрічкового типу.

Породний конвеєр – для транспортування породи з стрічкового сітчастого конвеєра.

Породний бункер – для збору породи з породних конвеєрів.

Жолоб завантаження – для завантаження концентрату у вагони.

З технологічної точки зору установка має три технологічні секції збагачення.

Установка працює наступним чином.

Рядове вугілля крупністю 0-50 мм подається на шнековий грохот, на якому здійснюється сухе відділення класу 0-13 мм. Клас 13-50 мм шнеками перевантажується на стрічковий сітчастий конвеєр, який встановлено горизонтально.

Вугілля класу +13 мм, яке поступає на вакуумно-пневматичну сепарацію, розподіляється по поверхні стрічкового сітчастого конвеєру і попадає позачергово у зону 1-го, 2-го, а потім 3-го повітряного сопла, які розташовані поперек стрічкового сітчастого конвеєра. Через 1-е сопло з визначеною швидкістю всмоктується повітря, за допомогою якого куски вугілля, які мають меншу густину, захоплюються повітряним потоком і попадають у бункер 1-го концентрату.

Повітряний потік створюється за рахунок роботи вентилятора, який з'єднаний через бункер з соплом.

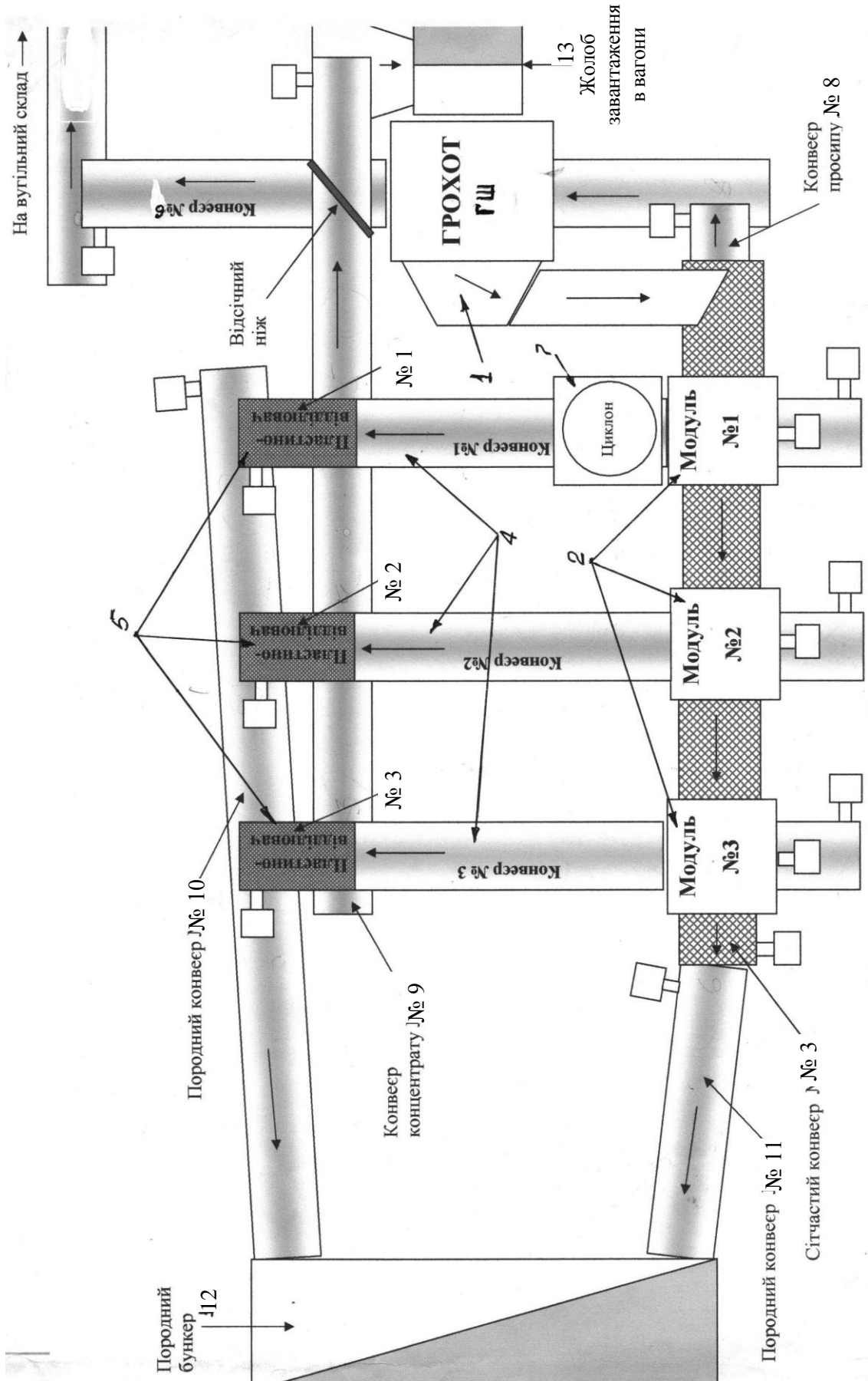
Більш важкі куски залишаються на сітчастому конвеєрі і транспортуються подалі до зони 2-го й 3-го сопла, де від них повітряним більш потужним потоком відділяються частки з меншою густиною, які попадають відповідно у бункер 2-го, а потім 3-го концентрату. За допомогою частотного переутворювача приводу вентилятора підбирається необхідний розхід повітря, який забезпечує при заданому перетині сопла швидкість повітряного потоку, яка вимагається.

Найбільш важкі куски вихідного матеріалу залишаються на сітчастому конвеєрі і транспортуються у породну ємкість.

Під першим соплом відсмоктуються легкі фракції класу 0-13 мм, під другим – класу 13-25 мм, під третім – класу 25-50 мм.

Потоки повітря з твердим матеріалом з зони розподілу попадають у відповідні бункерні прилади, де здійснюється випад твердих продуктів, які за допомогою шибєрних приладів розвантажуються на стрічкові конвеєри. Повітря, яке пройшло через бункер, прямує у атмосферу, або може бути спрямоване у фільтри, для очистки від пилу.

Концентрати з першого, другого і третього бункерів за допомогою розвантажувачів прямують на відповідні конвеєри своєї технологічної секції, у кінці яких встановлено трибогравітаційний прилад (малий стрічковий конвеєр, встановлений під кутом 30 град.) для подальшого відділення плоских часток продукту і породи з концентратів.



Структурна схема установки

Спеціальні та комбіновані методи

Концентратні частини більш круглої форми скочуються у концентратну ємкість, промпродуктові та породні частки більш плоскої форми, транспортуються догори і прямують у промпродуктові або породні ємкості.

Підситний продукт шнекового грохота ГШ і просипи із під сітчастого конвеєра попадають на стрічковий конвеєр відсіву класу 0-13 мм і транспортуються у відповідну ємкість.

Крім того, установка по секційно обладнана системою аспірації пилу з кожного бункера і подачею її у товарний продукт, а також системою автоматичного регулювання швидкості повітряного потоку і пусковою та аварійною сигналізацією.

Нижче наведено технічні характеристики основного обладнання збагачувальної установки.

Технічна характеристика шнекового грохота

Продуктивність, т/год., не менше	50
Крупність розподілу, мм	13
Крупність вихідного матеріалу, мм	150
Площа робочої поверхні, м ²	1,5

Технічна характеристика стрічкового сітчастого конвеєра

Ширина сітки, м	1,2
Довжина сітки, м	4,0
Кут нахилу, град.	0
Швидкість руху, м/с	0,2
Розмір отворів сітки, мм	5×15

Технічна характеристика вентилятора

Тип	ВДН-9
Продуктивність, м ³ /год.	28000-38000
Тиск, мм	270

Технічна характеристика трибогравітаційних сепараторів

Тип	Стрічковий
Ширина робочої поверхні, м	1,0
Довжина робочої поверхні, м	2,0
Кут нахилу робочої поверхні, град.	30

Таким чином, вакуумно-пневматично-трибогравітаційна установка шахти "Степова" призначена для підготовки з рядового вугілля машинного класу крупністю 13-50 мм і його збагачення за густиною з переміщенням отриманих концентратів за коефіцієнтами тертя.

Для встановлення показників в якості отриманих продуктів збагачення рядового вугілля шахти "Степова" на установці були проведені технологічні дослідження [1].

Технологічні дослідження збагачення рядового вугілля, добутого шахтою "Степова", були здійснені згідно методики, розробленої ДП "Укрндівуглезбагачення", при наступних граничних умовах:

– крупність машинних класів рядового вугілля, які досліджуються, – 0-13, 13-50 та 0-50 мм;

Спеціальні та комбіновані методи

– годинне навантаження по вихідному матеріалу на установці складало $48 \pm 0,1$ т/год. (маса навіски дорівнювалася 80,0 кг з 1,2 м/пог.);

– швидкість руху сітчастої стрічки – 0,2 м/с;

– дослідження кожного машинного класу здійснювалося при двох режимах витрати повітря в трьох соплах установки;

– процес вакуумно-пневматичної сепарації здійснювався в наступних режимах:

опит № 1 – мінімальний режим $V_1 = 13600$ м³/год.;

$V_1 = 14000$ м³/год.;

$V_1 = 16000$ м³/год.;

опит № 2 – максимальний режим $V_1 = 15300$ м³/год.;

$V_1 = 16200$ м³/год.;

$V_1 = 18000$ м³/год.

На технологічні дослідження було спрямовано рядове вугілля, гранулометричний склад якого наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Результати дослідження гранулометричного складу рядового вугілля

ВП "Шахта "Степова" пласт $n_7^{\text{н}}$ "Сокальський" ДП "Львіввугілля"

Клас крупності, мм	Вихід γ , %	Зольність A^d , %	Сірка S_t^d , %
+50	4,87	66,4	3,1
25-50	22,40	56,5	2,7
13-25	21,67	36,2	3,1
6-13	22,49	28,7	3,4
3-6	7,82	33,3	3,6
1-3	10,81	28,1	3,2
0,5-1	0,46	28,4	3,5
0-0,5	9,48	31,1	3,5
Разом	100,00	38,9	3,2

Результати дослідження на установці збагачення рядового вугілля шахти "Степова", пласт $n_7^{\text{н}}$ "Сокальський" трьома машинними класами 0-13, 13-50 та 0-50 мм і в двох режимах витрати повітря в трьох соплах, а також порівняльні показники якості продуктів збагачення надані, відповідно, в табл. 2, 3, 4.

Згідно табл. 2, 3, 4 кращі результати отримані при сухому збагаченні класу 13-50 мм зольністю 45,3% і вологою 2,9% у максимальному режимі з витрати повітря в трьох соплах ($V_1=15300$ м³/год., $V_1=16200$ м³/год., $V_1=18000$ м³/год.):

– вихід концентрату склав 68,75% зольністю 31,6%;

– вихід породи 31,25% зольністю 75,4%.

При цьому показники продуктів сухого збагачення рядового вугілля шахти зольністю 38,3% і вологою 4,5% (з рахунком присадки відсіву кл. 0-13 мм) склали:

Рядове вугілля (вихідний), %		Товарний продукт, %		Відходи, %		Зниження зольності рядового вугілля, %
Вихід	Зольність	Вихід	Зольність	Вихід	Зольність	
100	38,3	80,8	29,5	19,2	75,4	8,8

Спеціальні та комбіновані методи

Таблиця 2

Дослідження рядового вугілля шахти "Степова" на вакуумно-пневматично-трибогравітаційній установці. Пласт n_7^n "Сокальський"

Найменування продуктів	Q, кг	Вихід γ , %	Зола A^d , %	Волога W^r , %
<i>Опит № 1</i>				
<i>Режим, мін., клас 0-50 мм</i>				
Просипі	12,4	15,5	31,8	5,2
Концентрат № 1	25,4	31,75	28,0	5,5
Концентрат циклона	1,2	1,5	33,5	5,5
Концентрат № 2	3,0	3,75	28,9	4,9
Концентрат № 3	3,7	4,62	25,5	3,8
Порода № 2	4,5	5,63	35,5	4,6
Порода № 3	5,6	7,0	29,4	4,4
Порода сітчастого конвеєра	24,2	30,25	59,7	3,3
Разом	80,0	100,0	38,7	4,6
Просипі	12,4	15,5	31,8	5,2
Концентрат спільний	33,3	41,62	28,0	5,3
Порода спільна	34,3	42,88	51,6	3,7
Разом	80,0	100,0	38,7	4,6
Товар	45,7	57,12	29,0	5,3
<i>Опит № 1</i>				
<i>Режим, мін., клас 13-50 мм</i>				
Просипі	4,0	5,0	30,9	4,6
Концентрат № 1	21,1	26,38	25,9	4,9
Концентрат циклона	3,7	4,62	42,3	4,9
Концентрат № 2	5,4	6,75	28,9	3,5
Концентрат № 3	6,8	8,5	24,4	3,1
Порода № 2	0,6	0,75	46,9	3,1
Порода № 3	3,4	4,25	36,9	3,7
Порода сітчастого конвеєра	35,0	43,75	58,8	2,5
Разом	80,0	100,0	42,0	3,5
Просипі	4,0	5,0	30,9	4,6
Концентрат спільний	37,0	46,25	27,7	4,3
Порода спільна	39,0	48,75	56,7	2,6
Разом	80,0	100,0	42,0	3,5
Товар	41,0	51,25	28,0	4,3
<i>Опит № 1</i>				
<i>Режим, мін., клас 0-13 мм</i>				
Просипі	7,4	9,25	30,7	5,8
Концентрат № 1	32,4	40,5	28,6	5,4
Концентрат циклона	14,0	17,5	30,9	5,4
Концентрат № 2	2,0	2,5	26,4	5,1
Концентрат № 3	2,2	2,75	26,9	6,5
Порода № 2	4,2	5,25	31,4	5,3
Порода № 3	7,2	9,0	31,7	4,8
Порода сітчастого конвеєра	10,6	13,25	39,7	5,3
Разом	80,0	100,0	31,0	5,4
Просипі	7,4	9,25	30,7	5,8
Концентрат спільний	50,6	63,25	29,0	5,5
Порода спільна	22,0	27,5	35,5	5,1
Разом	80,0	100,0	31,0	5,4
Товар	58,0	72,5	29,3	5,5

Спеціальні та комбіновані методи

Таблиця 3

Дослідження рядового вугілля шахти "Степова" на вакуумно-пневматично-трибогравітаційній установці. Пласт n_7^n "Сокальський"

Найменування продуктів	Q, кг	Вихід γ , %	Зола A^d , %	Волога W^r , %
<i>Опит № 2</i>				
<i>Режим, мін., клас 0-50 мм</i>				
Просипі	5,1	6,37	30,6	5,7
Концентрат № 1	33,4	41,75	29,1	4,3
Концентрат циклона	17,8	22,25	38,4	4,3
Концентрат № 2	3,6	4,5	29,9	3,8
Концентрат № 3	0,8	1,0	30,1	3,2
Порода № 2	6,9	8,63	36,4	5,9
Порода № 3	0,2	0,25	62,1	1,8
Порода сітчастого конвеєра	12,2	15,25	70,3	2,8
Разом	80,0	100,0	38,3	4,3
Просипі	5,1	6,37	30,6	5,7
Концентрат спільний	55,6	69,5	32,1	4,3
Порода спільна	19,3	24,13	58,1	3,9
Разом	80,0	100,0	38,3	4,3
Товар	60,7	75,87	32,0	4,4
<i>Опит № 2</i>				
<i>Режим, мін., клас 13-50 мм</i>				
Просипі	2,8	3,5	33,6	4,2
Концентрат № 1	27,0	33,75	30,0	3,5
Концентрат циклона	16,6	20,75	32,6	3,5
Концентрат № 2	7,8	9,75	35,5	3,0
Концентрат № 3	0,8	1,0	20,9	2,4
Порода № 2	0,3	0,38	68,4	2,1
Порода № 3	0,2	0,25	58,9	2,0
Порода сітчастого конвеєра	24,5	30,62	75,6	2,0
Разом	80,0	100,0	45,3	3,0
Просипі	2,8	3,5	33,6	4,2
Концентрат спільний	52,2	65,25	31,5	3,4
Порода спільна	25,0	31,25	75,4	2,0
Разом	80,0	100,0	45,3	3,0
Товар	55,0	68,75	31,6	3,4
<i>Опит № 2</i>				
<i>Режим, мін., клас 0-13 мм</i>				
Просипі	8,4	10,5	30,9	5,6
Концентрат № 1	43,2	54,0	28,5	6,2
Концентрат циклона	18,4	23,0	29,9	6,2
Концентрат № 2	1,8	2,25	32,6	4,6
Концентрат № 3	0,2	0,25	26,7	3,4
Порода № 2	6,6	8,25	33,3	5,4
Порода № 3	0,1	0,12	54,3	1,7
Порода сітчастого конвеєра	1,3	1,63	48,2	4,7
Разом	80,0	100,0	29,9	6,0
Просипі	8,4	10,5	30,9	5,6
Концентрат спільний	63,6	79,5	29,0	6,1
Порода спільна	8,0	10,0	35,9	5,3
Разом	80,0	100,0	29,9	6,0
Товар	72,0	90,0	29,2	6,1

Порівняльні результати досліджень в мінімальному та максимальному режимах установки по машинним класам

Клас, мм	Режим	Витрата повітря	Продукти					
			Вихідний		Концентрат*		Відходи	
			Вихід γ , %	Зольність A^d , %	Вихід γ , %	Зольність A^d , %	Вихід γ , %	Зольність A^d , %
Шахта "Степова"								
0-13	Мінімальний режим витрати повітря вентиляторів	13600	100,0	31,0	72,5	29,3 $\Delta A^d=(-1,7)$	27,5	35,5
		14400						
		16000						
13-50		13600	100,0	42,0	51,25	28,0 $\Delta A^d=(-14,0)$	48,75	56,7
		14400						
		16000						
0-50		13600	100,0	38,7	57,12	29,0 $\Delta A^d=(-9,7)$	42,88	51,6
		14400						
		16000						
0-13	Максимальний режим витрати повітря вентиляторів	15300	100,0	29,9	90,0	29,2 $\Delta A^d=(-0,7)$	10,0	35,9
		16200						
		18000						
13-50		15300	100,0	45,3	68,75	31,6 $\Delta A^d=(-13,7)$	31,25	75,4
		16200						
		18000						
0-50		15300	100,0	38,3	75,87	32,0 $\Delta A^d=(-6,3)$	24,13	58,1
		16200						
		18000						

* Концентрат – товарний продукт.

Висновки

1. Вакуумно-пневматично-трибогравітаційна установка шахти "Степова" виконує підготовку з рядового вугілля машинного класу крупністю 13-50 мм і здійснює його збагачення за густиною з переміщенням отриманих концентратів за коефіцієнтами тертя, що дозволяє отримати більш якісні показники товарного продукту на відміну від інших вакуумно-пневматичних сепараторів.

2. У цілому, установка принципово відрізняється від інших апаратів пневматичного та вакуумно-пневматичного збагачення як в Україні, так і за кордоном, і може бути перспективно застосована для ефективного зменшення зольності товарної вугільної продукції шахти "Степова".

3. Отримані показники можуть бути поліпшені за рахунок удосконалення технології вакуумно-пневматично-трибогравітаційного збагачення шляхом оптимізації її режимних параметрів та застосування на останній стадії збагачення трибовіброгравітаційних сепараторів конструкції ДП "Укрдівуглезбагачення", які мають декілька параметрів регулювання:

- плавна зміна швидкості руху робочої поверхні;
- зміна кута робочої поверхні;
- зміна амплітуди та коливань робочої поверхні.

Спеціальні та комбіновані методи

1. Визначити показники збагачення рядового вугілля шахт ДП "Львіввугілля" на експериментальній моделі установки вакуумно-пневматичної сепарації на шахті "Степова". Звіт НДР. – Луганськ: ДП Укрндівуглезбагачення, 2013. – 147 с.

© Полулях О.Д., Нищеряков А.Д., Берлін А.М., Шаварський Я.Т., Ількевич Ю.В., 2013

*Надійшла до редколегії 28.07.2013 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І. Піловим*