

УДК [622+669].004.82:504  
№ держреєстрації 0111U002817  
Інв.

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Державний вищий навчальний заклад  
"Національний гірничий університет"  
(Державний ВНЗ "НГУ")

49005, м. Дніпропетровськ, пр. К. Маркса, 19; тел./факс (0562) 47-32-09;  
телекс 143457"AGAT SU"; e-mail: Shevchsergey@meil.com

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Проректор з наукової роботи,  
чл.-кор. НАН України, проф.  
\_\_\_\_\_ О. Бешта  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2012 р.

## ЗВІТ

### ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБЛАДНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ  
ПЕРЕРОБКИ ПРОМИСЛОВИХ ТА ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ З  
ОТРИМАННЯМ ПРОДУКТІВ ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО ВИКОРИСТАННЯ

(заключний)  
тема ГП-447

Начальник НДЧ,  
канд. техн. наук, доц.

Р. Дичковський

Зав. кафедри ЗКК,  
науковий керівник НДР,  
д-р техн. наук, проф.

П. Пілов

2012

Рукопис закінчено "20" грудня 2012р.

Результати роботи розглянуто науково-технічною радою,  
протокол № 2 від "29" листопада 2012р.

## СПИСОК АВТОРІВ

Науковий керівник  
д-р техн. наук, проф.

П.І. Пілов  
(розділи 2, 4,  
висновки)

Науковий  
співробітник

В.Ю. Шутов  
(розділ 1, 4)

Старший науковий  
співробітник  
канд. техн. наук

В.М. Лапицький  
(розділ 4, висновки)

Науковий співробітник

Н.Г. Кабакова  
(розділи 2, 3, 4,  
висновки)

Науковий співробітник

Л.А. Шатова  
(розділи 1, 2, 3,  
висновки)

Молодший науковий  
співробітник

П.О. Чечель  
(розділ 2, 3,)

Провідний інженер

Н.М. Черниш  
(розділ 2, 3)

Старший науковий  
співробітник  
канд. техн. наук

К.А. Левченко  
(розділ 3, висновки)

Старший науковий  
співробітник  
канд. техн. наук

Л.Ф. Мостипан  
(розділ 2, 3, висновки)

У роботі приймали участь студенти:  
Івченко О.А. (ГТЯ-08), Горбачова А.П. (ГТЯ-08).

Нормоконтроль

Л.С. Шломіна

## РЕФЕРАТ

Звіт по НДР: 107 с., 25 рис., 31 табл., 9 джерел, 5 додатків

Об'єкт дослідження: параметри обладнання технологічних ліній для переробки та збагачення промислових та твердих побутових відходів.

Мета роботи: визначення основних технологічних параметрів обладнання для переробки відходів з отриманням продуктів для подальшого використання.

Методи досліджень – аналітичні та експериментальні.

Основні результати.

У роботі наведені конструктивні та технологічні параметри обладнання технологічних ліній для огрудкування вугільних шлаків з використання установки огрудкування продуктивністю – 5 т/год.

Розроблені вихідні дані для проектування технологічних ліній переробки та збагачення шлаків феросплавного виробництва сухими та мокрими методами продуктивністю по початковій сировині у межах від 2 до 30 т/год.

Обґрунтовані технічні параметри обладнання і технологічні показники схеми збагачення для проектування технологічних ліній з переробки відходів комплексних титано-цирконієвих руд.

Розроблені вихідні дані для проектування технологічних ліній для переробки твердих побутових відходів, будівельних та скляних відходів

**МАГНІТНІ СЕПАРАТОРИ З СИЛЬНИМИ МАГНІТНИМИ ПОЛЯМИ, ТПВ (ТВЕРДІ ПОБУТОВИ ВІДХОДИ), СКЛЯНІ ТА БУДІВЕЛЬНІ ВІДХОДИ, ОГРУДКУВАННЯ**

## ЗМІСТ

Вступ .....	6
1 Розробка вихідних даних для проектування технологічних ліній переробки та збагачення шлаків феросплавного виробництва .....	8
1.1 Дослідження властивостей вихідних феромарганцевих продуктів.....	8
1.1.1 Постановка задачі.....	8
1.1.2 Методика визначення магнітної сприйнятливості.....	10
1.1.3 Результати дослідження магнітної сприйнятливості ферошлакових продуктів.....	12
1.2 Вихідні дані для проектування технологічних ліній переробки та збагачення шлаків феросплавного виробництва.....	14
1.2.1 Описи технологічних схем.....	19
1.2.2 Характеристика вихідної сировини.....	21
1.2.3 Норми споживання основних видів сировини, матеріалів та енергоресурсів.....	23
1.2.4 Норми утворення відходів.....	23
1.2.5 Норми технологічних режимів.....	24
1.2.6 Контроль виробництва.....	25
1.2.7 Охорони навколишнього середовища.....	25
1.2.8 Специфікація на основне технологічне обладнання.....	26
2 Розробка вихідних даних для проектування технологічних ліній переробки та збагачення вугільних відходів .....	29
2.1 Характеристика готового паливного продукту.....	30
2.2 Характеристика технологічної лінії .....	35
2.3 Технологічні процеси ліній переробки та збагачення вугільних відходів .....	40
2.3.1 Приймання й підготовка сировини, дозування та навантаження на збірний конвеєр.....	40
2.3.2 Видалення із сировини феромагнітних продуктів. Грохотіння.....	41
2.3.3 Завантаження сировини в бункер установки для огрудкування, зволоження або додавання зв'язуючого.....	41
2.3.4 Огрудкування. Завантаження в контейнери й переміщення контейнерів у сушільну камеру.....	42
2.3.5 Сушіння.....	43
2.3.6 Досушка на складі готової продукції.....	45
3 Розробка вихідних даних для проектування технологічних ліній переробки відходів збагачення комплексних титано-цирконієвих руд .....	47
3.1 Технологічна лінія зі збагачення відходів титано-цирконієвих руд.....	49
3.2 Технічні характеристики обладнання.....	53
4 Розробка вихідних даних для проектування технологічних ліній та модулів для переробки твердих побутових, будівельних та скляних відходів .....	59
4.1 Розробка вихідних даних для проектування технологічних ліній переробки твердих побутових відходів.....	59

4.1.1 Утворення твердих побутових відходів.....	59
4.1.2 Створення експериментальних установок для переробки твердих побутових відходів.....	65
4.2 Вихідні дані для проектування технологічних ліній переробки скляних відходів.....	69
4.2.1 Опис технологічної схеми.....	70
4.2.2 Норми споживання основних видів сировини, матеріалів та енергоресурсів.....	72
4.2.3 Норми утворення відходів.....	72
4.2.4 Норми технологічного режиму.....	72
4.2.5 Специфікація на основне технологічне обладнання.....	73
Висновки.....	76
Перелік посилань.....	78
Додаток А Звіт про патентні дослідження.....	79
Додаток Б Акт впровадження.....	100
Додаток В Витяг з протоколу засідання кафедри ЗКК .....	102
Додаток Г Витяг з протоколу засідання ради секції за науковим напрямком "Прогресивні технології видобутку і переробки корисних копалин".....	104
Додаток Д Рецензія.....	106

## ВСТУП

Робота виконується згідно наказу Міністерства освіти і науки України від 30.11.2010 №1177 і наказу Державного ВНЗ "Національний гірничий університет" від 22.12.2010 № 422.

Початок виконання – січень 2011 р.

Закінчення – грудень 2012 р

На сьогодні Україною споживається велика частина світових природних ресурсів, але, як і раніше, низьким залишається рівень використання відходів у якості вторинних ресурсів. У розвинених індустріальних країнах світу рівень використання промислових відходів досягає 70...80%, тоді як в Україні він не перевищує 10...12%.

На основі проведених в ДВНЗ “НГУ” досліджень, обґрунтовані конструктивні та технологічні параметри обладнання, що буде використовуватися при розробці технологічних ліній для збагачення шлаків феросплавного виробництва сухими та мокрими методами продуктивністю по початковій сировині у межах від 2 до 30 т/год з отриманням металургійних концентратів та виробництвом шлакощебеню і пісків для будівництва, переробки скляних та будівельних відходів, переробки та збагачення твердих побутових відходів; переробки відходів збагачення комплексних титано-цирконієвих розсипів з використанням, зокрема: бар'єрного сепаратора БСТ 8 “Туркеніч” з продуктивністю 4,5 т/год та роликового сепаратора БРСТ – 92/670 з електричним зніманням магнітного продукту (питома навантаження – 3 т/год на погоний метр), переробки та збагачення вугільних шламів та виготовлення брикетів, з використанням установки огрудкування продуктивністю – 5 т/год з сушінням огрудкованого продукту в сушільній камері та поза нею на складі готової продукції.

У даному звіті приведені результати досліджень за етапом 2012 р. “Розробка вихідних даних для проектування технологічних ліній та модулів для переробки та збагачення промислових та твердих побутових відходів”.

Виконані дослідження за етапом 2011 р. “Обґрунтування параметрів обладнання для переробки та збагачення промислових та твердих побутових відходів” наведені в проміжному звіті № держреєстрації 0111U002817, інв. №0212U01502.

# 1 РОЗРОБКА ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ ПЕРЕРОБКИ ТА ЗБАГАЧЕННЯ ШЛАКІВ ФЕРОСПЛАВНОГО ВИРОБНИЦТВА

## 1.1 Дослідження властивостей вихідних феромарганцевих продуктів

### 1.1.1 Постановка задачі

Феросилікомарганець – це комплексний розкислювач та легуючий феросплав на основі марганцю та кремнію.

Процеси виплавки феросилікомарганцю характеризуються утворенням великої кількості пічного шлаку, вихід якого складає 1,2 – 1,4 т на тонну феросилікомарганцю. Хімічний склад шлаку наведений в табл.1.1.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад шлаку, % мас

MnO	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P	S
15 – 17	46 – 49	10 – 13	2,0 – 2,7	3,0 – 3,5	0,01	0,5

Відвальний шлак підлягає дробленню та фракціонуванню з отриманням шлакового щебеню, який використовується у будівництві. Важливо відзначити, що 5 – 6% марганцю втрачається разом зі щебенем, знижуючи при цьому якість щебеню.

Вилучення металоконцентрату з фракції щебеню нижче 10 мм на даний час залишається проблемою. У зв'язку з цим виконано дане дослідження, що має своєю метою вивчення магнітних властивостей включень феросилікомарганцю з різним вмістом кремнію. Результати цих досліджень будуть використані для прогнозування можливості вилучення сплаву, що міститься у шлаковому щебені фракції крупності 0 – 10 мм.

В таблицях 1.2 та 1.3 представлені дані хімічного складу проб феросилікомарганцю и середньовуглецевого феромарганцю.



Таблиця 1.2 – Хімічний склад феросилікомарганцю

№ зразка	Хімічний склад феросилікомарганцю , % мас.						Σ
	Mn	Si	P	C	Fe	S	
16	73,4	18	0,41	1,4	6,6	0,01	99,82
19	70,2	19,7	0,4	1,1	8,3	0,01	99,71
20	70,9	17,9	0,45	1,4	9,2	0,01	99,86
21	71	17,4	0,5	1,6	9,3	0,02	99,82
22	70,6	15,1	0,68	1,9	11,6	0,02	99,9
23	70,8	17,7	0,49	1,6	9,2	0,02	99,81
24	71,3	17,6	0,5	1,4	9	0,01	99,81
25	70,6	17,7	0,54	1,6	9,8	0,02	100
26	70,2	17,7	0,54	1,6	9,8	0,02	99,86
27	71,8	15,4	0,66	2	10	0,02	99,88
28	73,2	12,6	0,82	2,5	10,8	0,01	99,93
29	73,3	11,3	0,85	2,8	11,6	0,01	99,86
30	72,2	10,6	0,86	3,2	12,8	0,01	99,67
31	72,6	10,2	0,86	3	13,2	0,01	99,87

Таблиця 1.3 – Хімічний склад зразків середньовуглецевого феромарганцю

Сила струму А	Магнітна сприйнятливність, $\times 10^{-3}$													
	16	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
5	-	5,94	5,94	11,9	5,94	5,94	5,94	-	8,3	8,3	2,4	8,3	5,94	24
10	5,33	5,92	5,92	7,4	5,92	5,92	8,88	4,44	5,92	7,99	2,07	6,5	8,88	13,3
20	2,73	2,93	2,93	3,7	2,93	3,51	3,51	2,73	3,51	3,78	2,23	3,2	2,93	5,46

### 1.1.2 Методика визначення магнітної сприйнятливості

Вивчення магнітних властивостей феромагнітних продуктів проводилося методом довгого зразка, що оснований на формулі:

$$F_m = \mu_0 \kappa \int H \frac{dH}{dx} dV \quad (1.1)$$

Схема розміщення зразка відносно електромагнітної котушки наведена на рис. 1.1.

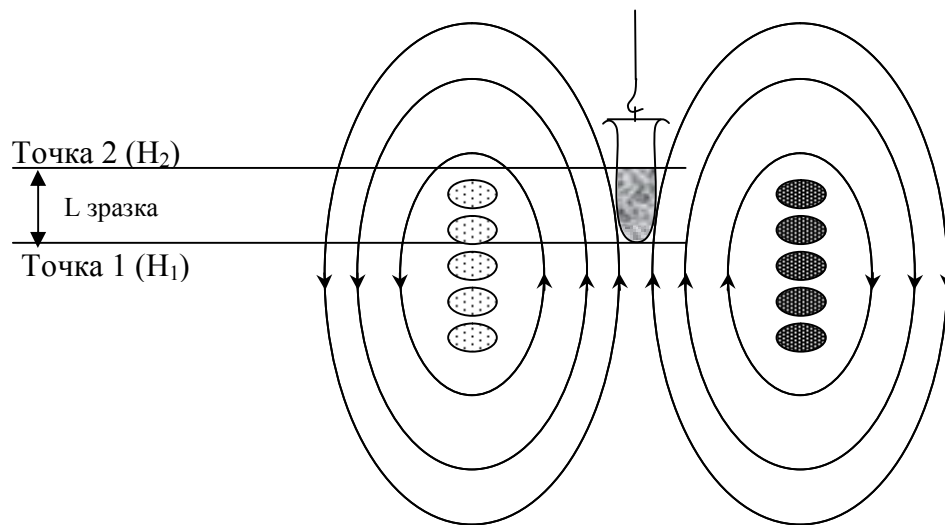


Рисунок 1.1 – Схема розміщення зразка, що вивчається, відносно електромагнітної котушки

Магнітна сприйнятливість при цьому оцінюється за формулою:

$$\kappa = \frac{2F_m}{\mu_0 \cdot S_{\text{обр}} (H_2^2 - H_1^2)} \quad (1.2)$$

Стенд для проведення вимірювання магнітної сприйнятливості наведений на рис. 1.2.

Цей стенд складається з магнітопровода з котушкою, ваговимірювального приладу, підвісу з пробіркою для зразків, що досліджуються, та регульованого блоку живлення.

Методика проведення вимірів магнітної сприйнятливості проб феросплавів полягає в наступному.

Ваговимірювальний прилад перед початком вимірювань підключають до електричної мережі. Далі проводиться його прогрів тривалістю близько 15 хвилин.

Зразок проби, що досліджується, завантажується в пробірку на висоту близько 10 см ( $L_{\text{зразка}}$ ) від дна пробірки (рис. 1.1), закріплюється на підвісі та розташовується симетрично вісі котушки на 5см нижче верхнього зрізу котушки. Пробірку зі зразком зважують.

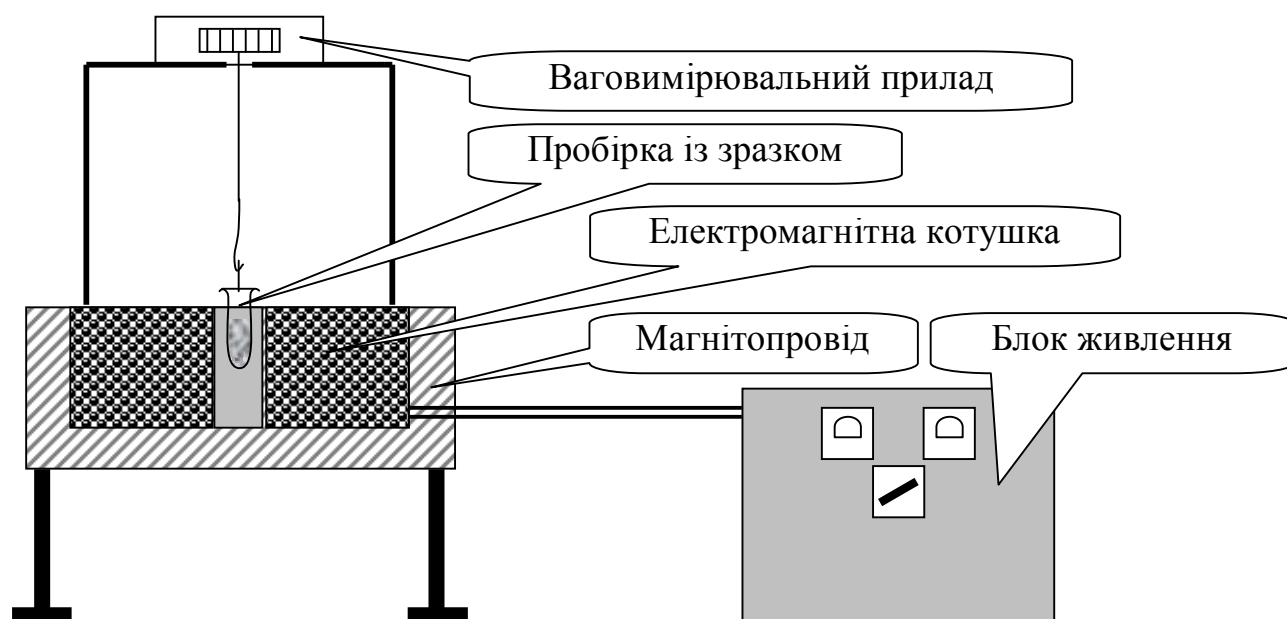


Рисунок 1.2 – Стенд для вимірювання магнітних властивостей феросплавів

Після того джерело живлення вмикається і на котушку подається напруга при фіксованих значеннях електричного струму (5, 10 и 20 А). Пробірку зі зразком зважують у магнітному полі.

Магнітна сила  $F_m$  визначається як різниця показників ваговимірювального пристрою в присутності ( $P_n$ ) і у відсутності ( $P_o$ ) магнітного поля:

$$F_m = P_n - P_o$$

Значення об'ємної магнітної сприйнятливості визначаємо за формулою (1.2).

### 1.1.3 Результати дослідження магнітної сприйнятливості ферошлакових продуктів

Результати вивчення магнітних властивостей продуктів, що досліджувалися наведені у таблицях 1.4 – 1.6.

Дослідження проводилися на пробах феросилікомарганцю марок МпС20 – МпС10 і середньовуглецевого феромарганцю.

На рис. 1.3 – 1.5 представлені графіки залежності магнітної сприйнятливості матеріалу проб, що досліджувались, від напруженості зовнішнього магнітного поля

Таблиця 1.4 – Результати визначення магнітної сприйнятливості проб феросилікомарганцю (фракція – 1,5мм),  $\times 10^{-3}$

Сила струму А	Магнітна сприйнятливість, $\times 10^{-3}$													
	16	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
5	-	5,94	5,94	11,9	5,94	5,94	5,94	-	8,3	8,3	2,4	8,3	5,94	24
10	5,33	5,92	5,92	7,4	5,92	5,92	8,88	4,44	5,92	7,99	2,07	6,5	8,88	13,3
20	2,73	2,93	2,93	3,7	2,93	3,51	3,51	2,73	3,51	3,78	2,23	3,2	2,93	5,46

Таблиця 1.5 – Результати визначення магнітної сприйнятливості проб феросилікомарганцю (фракція 1,5 – 5 мм),  $\times 10^{-3}$

Сила струму А	Магнітна сприйнятливість, $\times 10^{-3}$													
	16	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
5	-	-	-	5,94	5,94	-	14,2	5,94	-	-	-	-	8,3	11,9
10	5,92	2,96	2,96	2,96	5,92	2,96	6,51	4,44	5,92	1,48	1,48	4,44	6,51	8,88
20	2,73	2,34	2,15	2,15	2,54	2,54	2,42	2,34	2,93	2,15	1,95	2,54	3,0	3,9

Таблиця 1.6 – Результати визначення магнітної сприйнятливості проб середневуглецевого феросилікомарганцю

Сила струму, А	Магнітна сприйнятливість, $\times 10^{-3}$					
	проба 2	проба 3	проба 4	проба 5	проба 6	проба 7
5	5,94	8,3	5,94	17,8	11,9	8,3
10	5,92	7,99	8,88	10,4	8,88	6,51
20	2,34	3,2	3,32	2,93	4,49	3,0

Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити висновки:

1. Досліджені зразки марганцевих феросплавів відносяться до слабomagнітних матеріалів.

2. Магнітна сприйнятливість зразків феросилікомарганцю (фракція -1,5 мм) змінюється від 2,23 до  $24,1 \times 10^{-3}$  одиниць СІ при напруженості магнітного поля від 23 до  $135 \times 10^3$  А/м.

3. Магнітна сприйнятливість зразків феросилікомарганцю (фракція 1,5 – 5 мм) змінюється від 2,15 до  $14,2 \times 10^{-3}$  одиниць СІ при напруженості магнітного поля від 23 до  $135 \times 10^3$  А/м.

4. Магнітна сприйнятливість зразків середньовуглецевого феромарганцю (фракція -1,5 мм ) змінюється від 2,34 до  $17,8 \times 10^{-3}$  одиниць СІ при напруженості магнітного поля від 23 до  $135 \times 10^3$  А/м.

5. Аналіз результатів засвідчує, що зразки феросилікомарганцю дрібних фракцій (фракція -1,5 мм) характеризується більш високими значеннями магнітної сприйнятливості, ніж проби аналогічного матеріалу більшої крупності (фракції крупності 1,5 – 5 мм).

Результати вивчення магнітних властивостей феросплавів показують, що можливе їх вилучення за допомогою магнітних сепараторів, а також можливе їх розділення за магнітними властивостями.

Встановлене, в результаті досліджень, зниження питомої магнітної сприйнятливості при підвищенні напруженості магнітного поля показує наявність

феромагнітної фази в пробах. Тому для вирішення поставленого завдання необхідно вибрати сепаратори з найнижчим можливим рівнем магнітної індукції.

В результаті проведених досліджень встановлена принципова можливість розділення матеріалу дрібних фракцій на фракції з різним вмістом заліза та марганцю.

Вперше отримані дані про магнітну сприйнятливості марганцевих феросплавів, при широкому інтервалі вмісту кремнію, можуть розглядатися як передумови для розробки способу подальшого вилучення сплавів з дрібних фракцій шлаку після сортування відвальних шлаків на модулі кускового сортування.

1.2 Вихідні дані для проектування технологічних ліній переробки та збагачення шлаків феросплавного виробництва

Складність глибокої переробки шлаків пов'язана з недооцінкою їх характерних особливостей, фізико-механічних властивостей, мінерального складу шлаків та складністю структури. Це обумовлене відмінними від природних, нерівноважними та специфічними умовами утворення шлаків.

Вибір способів механічної дезінтеграції (дроблення та подрібнення) шлаків повинен здійснюватися з урахуванням дроблення, крихкості, крупності вкраплень, форми та просторового розподілу мінеральних агрегатів. Ефективність подрібнення передбачає з однієї сторони отримання максимально більшої знов утвореної поверхні на одиницю витраченої енергії, а з другої – необхідно забезпечити відокремлення мінералів із зростків при мінімальній знов утвореній поверхні. Ефективність подрібнення у значному ступені залежить від селективності процесу, використання раціонального обладнання та оптимального режиму його роботи.

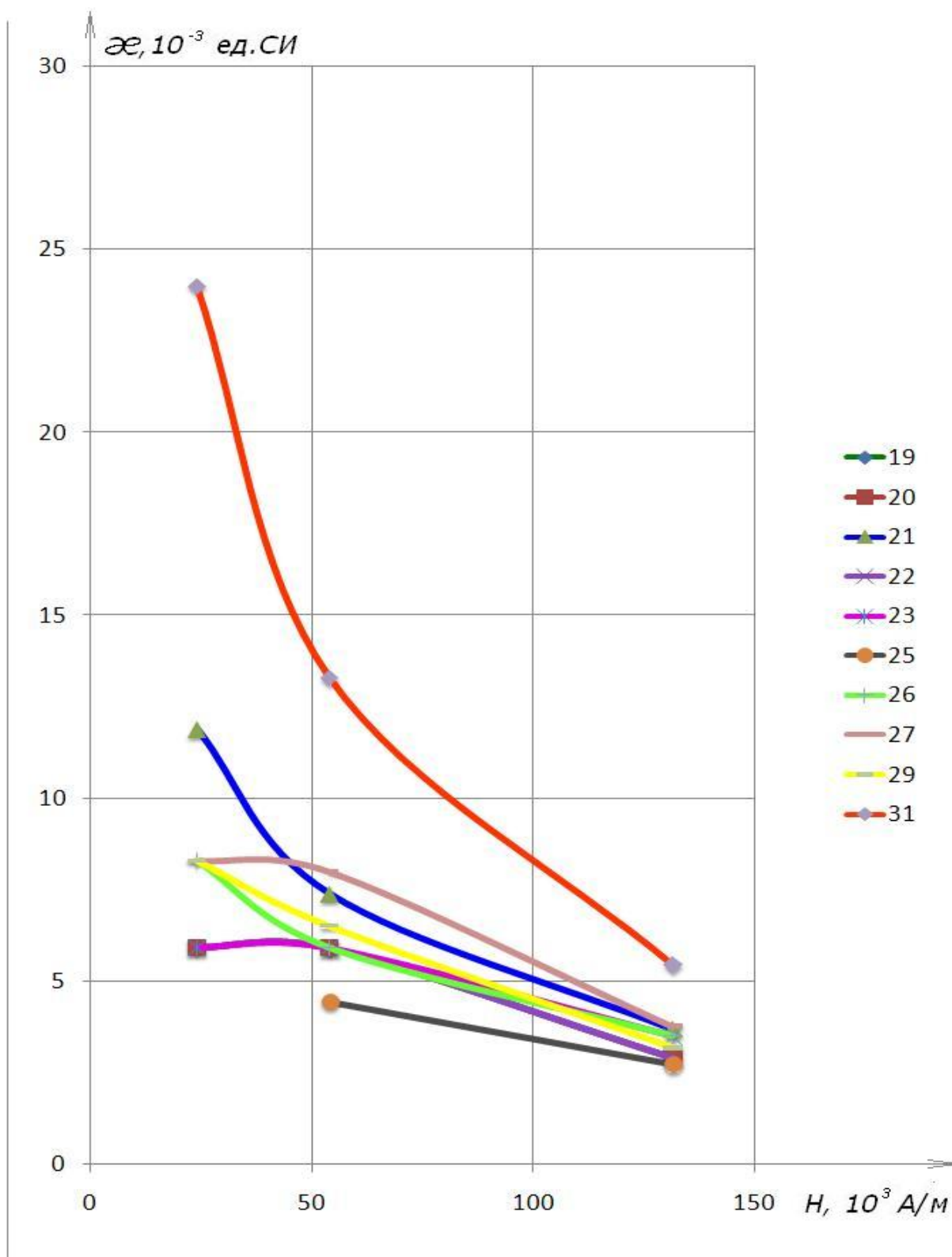


Рисунок 1.3 – Залежність магнітної сприйнятливості проб феросилікомарганцю (фракція –1,5 мм) від напруженості магнітного поля

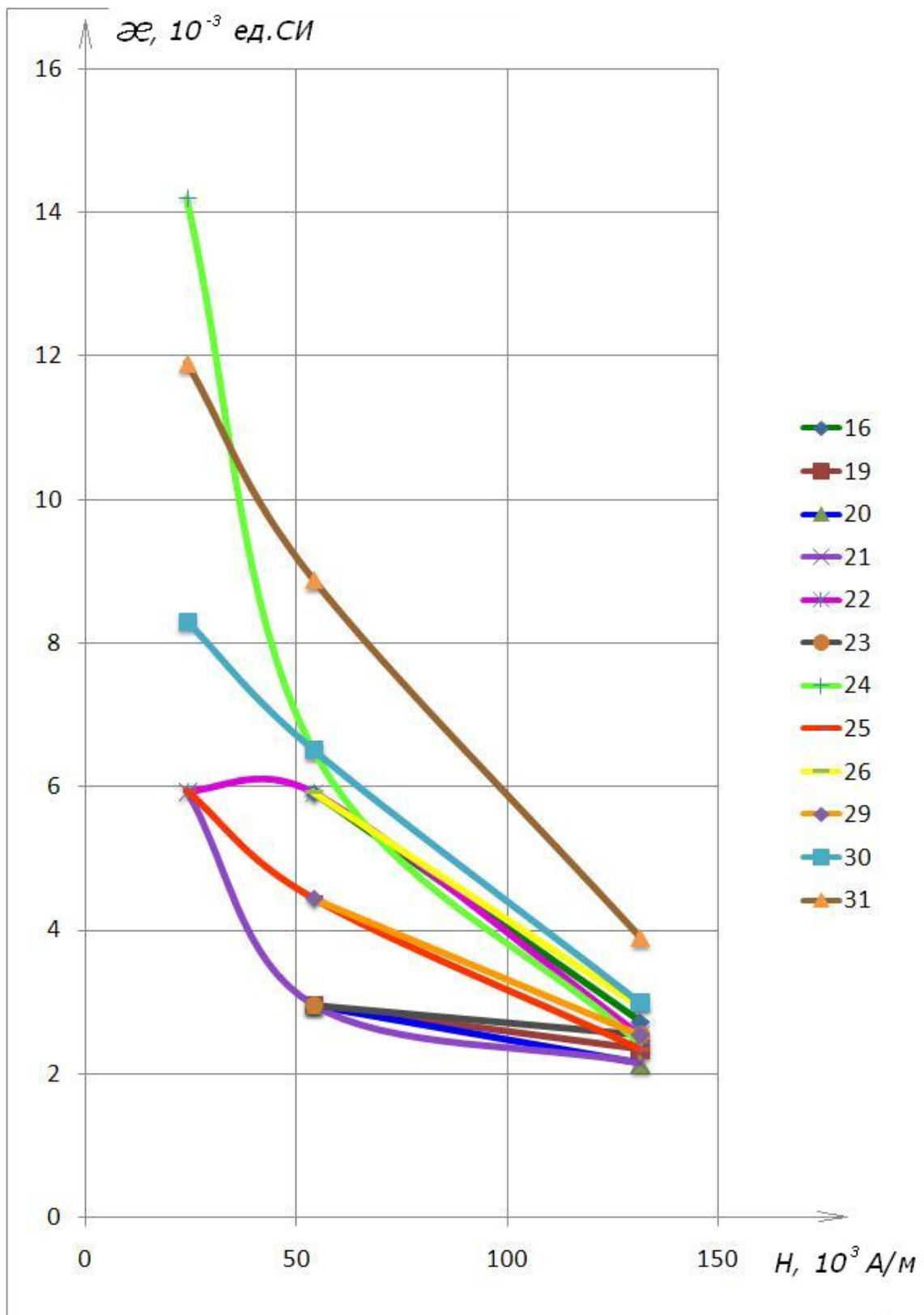


Рисунок 1.4 – Залежність магнітної сприйнятливості проб феросилікомарганцю (фракція 1,5 – 5 мм) від напруженості магнітного поля



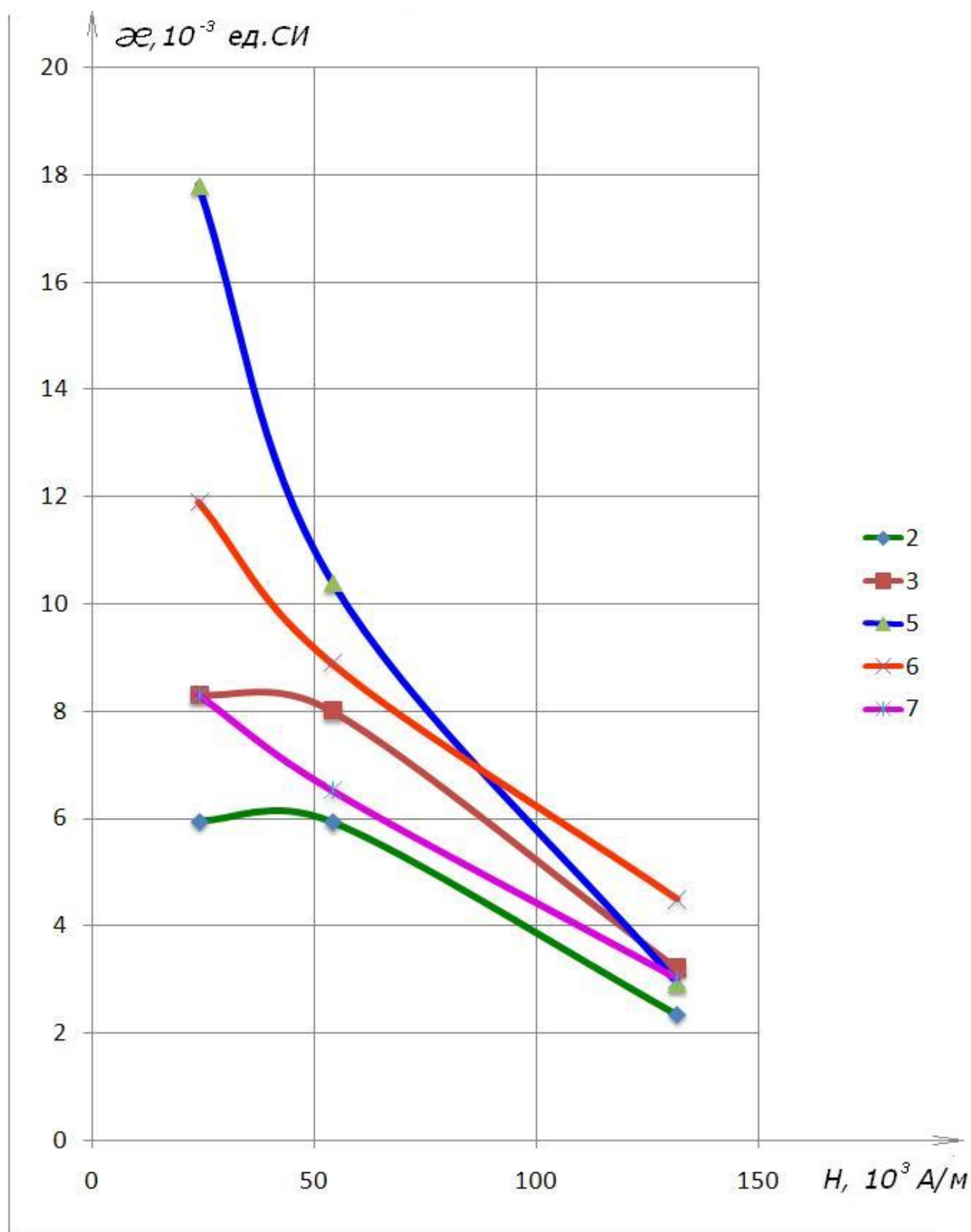


Рисунок 1.5 – Залежність магнітної сприйнятливості проб середньовуглецевого феромарганцю від напруженості магнітного поля

Процеси дроблення та подрібнення є найбільш дорогими та енергоємними процесами у загальній схемі збагачення (капітальні витрати сягають 50%, експлуатаційні – 60% від суми всіх витрат, витрати електроенергії складають 40 – 65% від загальних витрат). Тому зниження крупності продуктів дроблення, тобто перенесення частки роботи подрібнення на дроблення, дозволить зменшити витрати на дезінтеграцію матеріалу. Для селективного розкриття мінералів необхідно мінімізувати навантаження, які прикладаються до вихідної сировини, надмірне навантаження призводить до перепомелу корисного компоненту і, як результат, до переведення його у шлами, які важко піддаються збагаченню. У теперішній час для дезінтеграції використовуються, в основному, щокові, валкові та роторні дробарки.

Слід зазначити, що шлаки – це складні сплави компонентів, які знаходяться у стані іонної дісоціації. У процесі шлакоутворення відбувається перерозподіл дрібніших краплинок металу у шлаковій структурі. Після твердіння шлак представляє собою каміння або склоподібне тіло. Переробка твердих шлаків повинна реалізовуватися, як правило, у холодному стані за рахунок механічного діяння, яке включає поетапні стадії дроблення.

Вихідні дані для проектування технологічних ліній та модулів переробки ферошлакових продуктів включають:

- описи технологічних схем;
- характеристика вихідної сировини;
- норми споживання основних видів сировини, матеріалів та енергоресурсів;
- норми утворення відходів;
- норми технологічних режимів;
- контроль виробництва;
- контроль охорони навколишнього середовища;
- основні правила безпечної експлуатації технологічних ліній;
- специфікація на основне технологічне обладнання.

### 1.2.1 Описи технологічних схем

При переробці ферошлаків за сухою схемою збагачення початкова сировина направляється до завантажувального бункера, а далі матеріал крупністю до 250 мм поступає на першу стадію дроблення – до шокової дробарки ДЩ 250x400 (рис. 1.6). Матеріал після дроблення направляється далі на другу стадію дроблення – на валкову дробарку ДГВ 400. Після дроблення матеріал спочатку направляється на першу стадію класифікації – на вібраційний грохот з розміром отворів 5 мм. Фракція крупністю +5 мм повертається на валкову дробарку, а фракція крупністю – 5 мм надходить на другу стадію класифікації – на вібраційний грохот з розмірами отворів просіюючої поверхні 1,5 мм. Фракції крупністю +1,5 мм та –1,5мм прямують на барабанні магнітні сепаратори з сильним полем типу ПБСУ 100/25. Вилучені магнітні продукти з сепараторів направляються у бункер металевих концентратів, а немагнітна фракція класу крупності +1,5 мм подається на пневматичну сепарацію. На пневматичному сепараторі вилучається додатковий концентрат із вмістом металу на рівні 95,2 %. Таким чином, технологічна схема передбачає отримання металевого концентрату із вмістом металу на рівні 87,4 % і шлакових продуктів, які надалі можуть бути використані у будівництві або у виробництві в'язуючих матеріалів.

При мокрому способі збагачення ферошлаки прямують на дроблення до валкової дробарки ДГВ 550 (рис. 1.7). Після дробарки матеріал поступає на вібраційний грохот з розміром отворів 5 мм. Клас крупності +5 мм повертається до валкової дробарки, а клас крупності –5 мм подається на гравітаційне збагачення до відсаджувальної машини. Продукти розділення направляються на зневоднення і згущення, після чого зливи повертаються до відсаджувальної машини. Зневоднений продукт важкої фракції прямує до бункера концентрату із вмістом металу на рівні 96 %. Зневоднені продукти легкої фракції та матеріал після згущення об'єднуються і подалі будуть використані як продукти для будівництва.

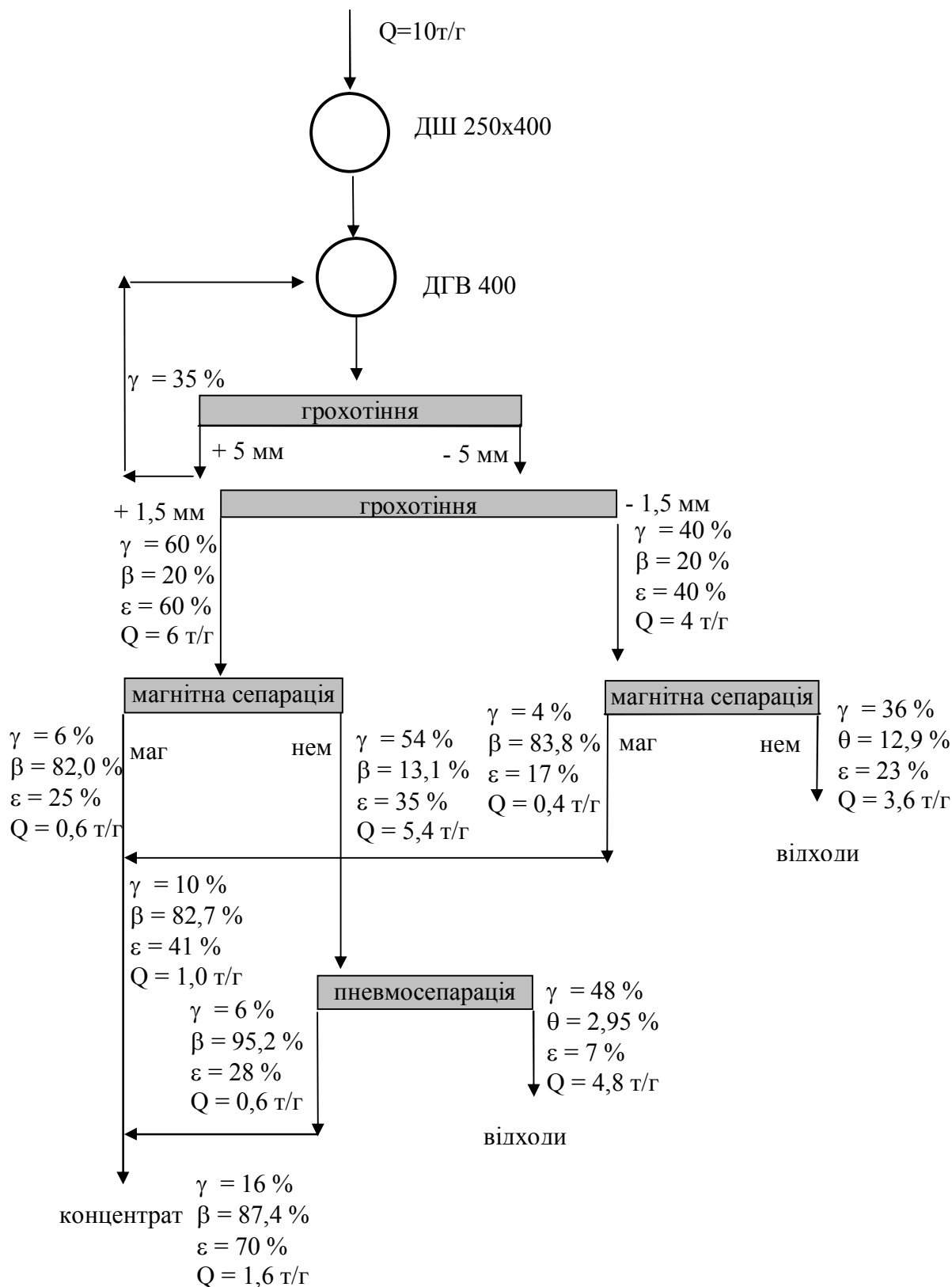


Рисунок 1.6 – Технологічна схема сухого збагачення феромагнітних продуктів

### 1.2.2 Характеристика вихідної сировини

Шлаки представлені силікатами марганцю, марганецьсилікатним склом, а також частинками металу і кремнію у вигляді корольків розмірами від 0,5 до 5 мм і більш крупними. Металеві корольки у шлакі концентруються переважно у ковшових залишках шлаку, де вміст металевої фази досягає 10 – 15%, а загальний вміст марганцю складає більше 20%. Вилучення корольків сплаву, що містяться у шлаці, традиційними електромагнітними методами ускладнено через специфічні властивості феросилікомарганцю. Чистий марганець відноситься до групи парамагнетиків, має магнітну сприйнятливість  $9,6 \times 10^{-6}$ , а кремній – до групи діамагнетиків та має магнітну сприйнятливість  $-3,9 \times 10^{-6}$ . Магнітна сприйнятливість феросилікомарганцю залежить від його хімічного складу.

Залежність магнітної сприйнятливості промислового феросилікомарганцю при підвищенні кремнію у сплаві від 10% до 30% належним чином не досліджена. Якщо прийняти прямолінійну залежність зміни магнітної сприйнятливості від чистого марганцю  $+9,6 \times 10^{-6}$  до чистого кремнію  $-3,9 \times 10^{-6}$ , то сплав 80% Mn +20 % Si повинен мати магнітну сприйнятливість приблизно  $+7,2 \times 10^{-6}$ , таким чином, повинен бути з парамагнітними властивостями, оскільки індустриальний феросилікомарганець містить приблизно 15 % Fe та 0,5 – 1,5 % вуглецю і чисельні значення його парамагнітних властивостей визначаються експериментально.

При мокрому способі збагачення ферошлаки прямують на дроблення до валкової дробарки ДГВ 550 (рис. 1.7). Після дробарки матеріал поступає на вібраційний грохот з розміром отворів 5 мм. Клас крупності +5 мм повертається до валкової дробарки, а клас крупності –5 мм подається на гравітаційне збагачення до відсаджувальної машини. Продукти розділення направляються на зневоднення і згущення, після чого зливи повертаються до відсаджувальної машини. Зневоднений продукт важкої фракції із вмістом металу на рівні 96 % прямує до бункера концентрату. Зневоднені продукти легкої фракції та матеріал після згущення об'єднуються і подалі будуть використані як продукти для будівництва.

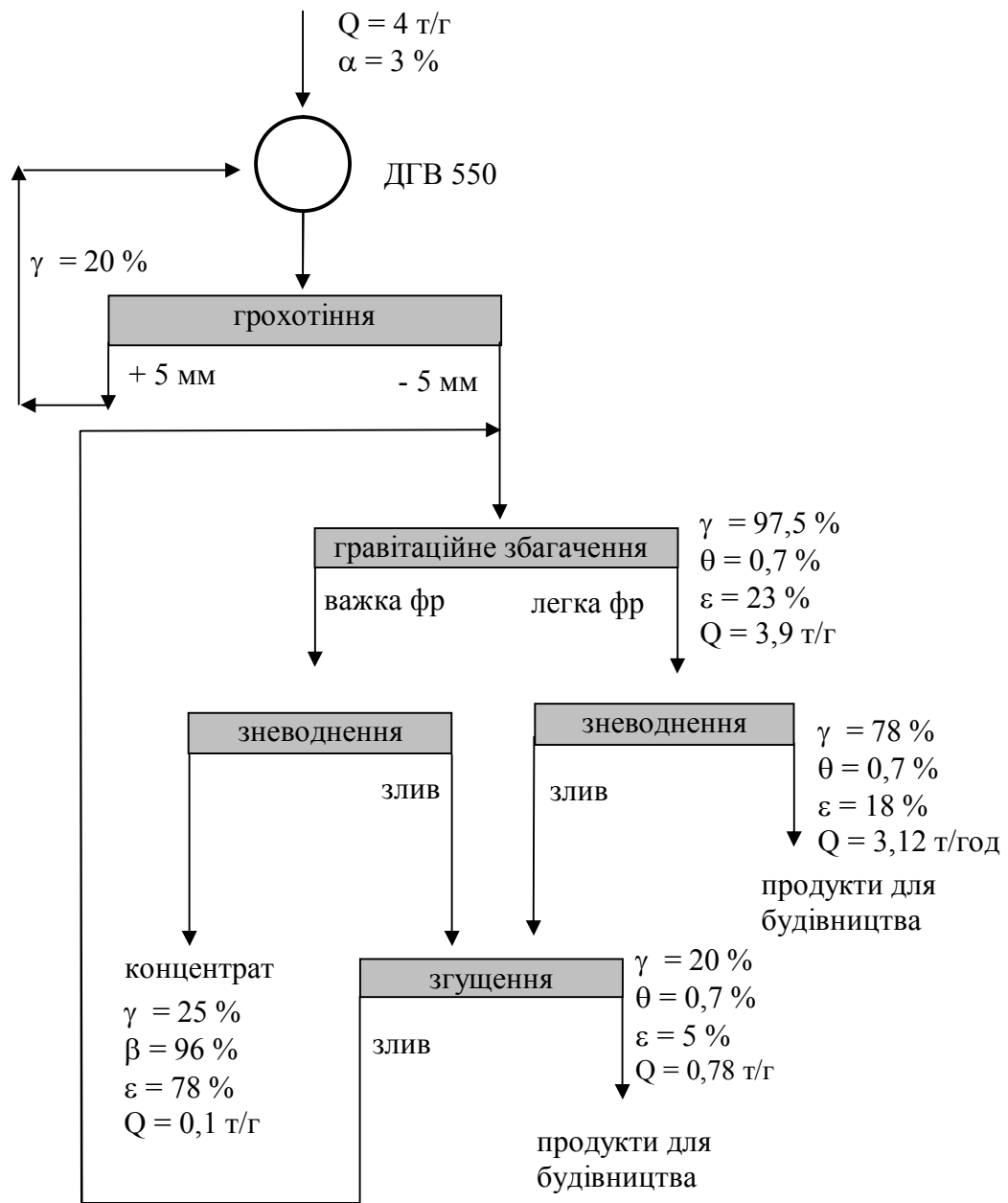


Рисунок 1.7 – Технологічна схема мокрого збагачення феромагнітних продуктів

### 1.2.3 Норми споживання основних видів сировини, матеріалів та енергоресурсів

Норми витрат сировини, енергоресурсів наведені у табл.1.7

Таблиця 1.7 – Норми витрат сировини та енергоресурсів

№ п/п	Найменування сировини, матеріалів та енергоресурсів	Од. виміру	Норми витрат на 1 т готового продукту
1	Шлаки феросплавні	т	6
2	Електроенергія	кВт/годину	31,2

### 1.2.4 Норми утворення відходів

Норми утворення відходів на виробництво 1 т готового продукту наведені у табл.1.8.

Таблиця 1.8 – Норми утворення відходів на виробництво 1 т готового продукту

№	Найменування відходів, характеристика, склад, апарат або стадія утворення	Напрямок використання, метод очищення або знешкодження	Норми утворення відходів
1	Шлакова фракція на II стадії магнітної сепарації	Використання у будівництві або у виробництві в'язуючих матеріалів	3 – 3,5 т/год
2	Шлакова фракція на стадії пневмосепарації	Використання у будівництві або у виробництві в'язуючих матеріалів	0,7 – 0,9 т/год

## 1.2.5. Норми технологічного режиму

Норми технологічного режиму виробництва металевго концентрату з ферошлаків наведені у табл. 1.9.

Таблиця 1.9 – Норми технологічного режиму виробництва металевго концентрату з ферошлаків

№	Найменування стадії	Найменування технологічних показників	Показники
1	Загрузка вихідного живлення	Продуктивність мінім., т/год Максимальна крупність матеріалу живлення, мм	10 – 14  150
2	1 стадія дроблення	Продуктивність, т/год Максимальний розмір живлення, мм	10 – 12  150
3	2 стадія дроблення	Продуктивність, т/год Максимальний розмір живлення, мм	10 – 14 15 – 25
4	1 стадія грохотіння	Продуктивність, т/год Кількість ярусів, од. Розміри отворів просіюючих поверхонь, мм	10 – 14 1 5
5	2 стадія грохотіння	Продуктивність, т/год Кількість ярусів, од. Розміри отворів просіюючих поверхонь, мм	10 – 12 1 1,5
6	1 стадія магнітної сепарації	Продуктивність, т/год Напруженість магнітного поля, Тл	5 – 6,5 0,5 – 0,65
7	2 стадія магнітної сепарації	Продуктивність, т/год Напруженість магнітного поля, Тл	3,5 – 5 0,5 – 0,65
8	Стадія пневматичної сепарації	Продуктивність, т/год Кількість продуктів розділення, шт.	5 – 6,5 до 5



### 1.2.6 Контроль виробництва

Контролю підлягає вихідна сировина та продукти переробки.

Приймання товарної продукції, фракцій 1,5 – 5 мм та 0,1 – 1,5 мм здійснює технічний контроль підприємства. Приймання товарної продукції виконується згідно з вимогами державного стандарту України (ДСТУ 3548-97).

За узгодженням виробника зі споживачем допускається випускати товарну продукцію у вигляді сумішей фракцій або будь-якого іншого складу, у тому числі нефракціоновані, при умовах дотримання вказаних у договорі на поставку продукції обов'язкових вимог державних стандартів.

Визначення кількості товарної продукції виконують за об'ємом або за масою. Зваження продукції, яка відвантажується у автомобілях, здійснюють на автомобільних вагах.

Перерахунок кількості товарної продукції з вагових одиниць у об'ємні виконують за значеннями його насипної щільності, яка визначається у стані природньої вологості.

Відбір та підготовку проб шлакових продуктів для контролю якості на підприємстві виробника здійснюють згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.7-71 та ДСТУ Б В.2.7-72.

### 1.2.7. Охорона навколишнього середовища

Склад повітря повинен відповідати нормативам за вмістом основних складових частин повітря та шкідливих домішок (пил, газу). У місцях ведення робіт повітря повинно мати за об'ємом 20 % кисню и не більше 0,5 % вуглецевого газу, вміст інших шкідливих газів не повинен перевищувати кількостей, які наведені у табл.1.10

Кількість пилу у повітрі на робочих місцях не повинна перевищувати наступних гранично допустимих концентрацій , мг/м<sup>3</sup> :

- пил, що містить більше 70% вільного SiO<sub>2</sub> та її кристалічної модифікації – 1,0;
- пил, що містить більше 10% вільного SiO<sub>2</sub> – 2,0;
- пил глини, мінералів та їх сумішей, що не містить вільного SiO<sub>2</sub> – 6,0.

Таблиця 1.10 – Гранично допустимі концентрації шкідливих газів

Газ	Гранично допустимі концентрації, мг/м <sup>3</sup>
Окиси азоту ( у перерахунку на N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	5
Окис вуглецю	30
Сірководень	10
Сірчаний ангідрид	10

В місцях перевантаження гірничої маси з конвеєра на конвеєр, місця утворення пилу повинні бути ізольовані від оточуючої атмосфери за допомогою кожухів та укриття з підсосом запиленого повітря з під них та його подальшим очищенням.

Технологічне обладнання, робота якого супроводжується пилогазовиділенням (дробарки, грохоти та ін.), повинне встановлюватися зі вбудованими герметизованими укриттями, що мають відсоси з патрубками для підключення до аспіраційних установок.

Повітря, яке видаляється вентиляційними та аспіраційними установками, перед випуском в атмосферу повинно підлягати очищенню до досягнення концентрації пилу, що не перевищує встановлені норми.

Очисне обладнання треба вибирати з урахуванням фізико-хімічних властивостей пилу (мокре очищення у скруберах, циклонах, рукавних фільтрах та ін.).

Усі основні припливно-витяжні вентиляційні та аспіраційні установки під час роботи технологічної лінії повинні працювати безперервно.

За умови пошкодження систем вентиляції експлуатація технологічного обладнання, робота якого супроводжується виділенням пилу і газу, заборонена.

#### 1.2.8. Специфікація на основне технологічне обладнання

Специфікація на основне технологічне обладнання наведена у табл. 1.11.

Таблиця 1.11 – Специфікація на основне обладнання технологічної лінії сухого збагачення ферошлаків

Позиція	Найменування обладнання	Параметри	Кількість
1	2	3	4
1	Щокова дробарка ДЦ 250x400	продуктивність, т/годину – 10 – 12 потужність приводу, кВт – 22 габаритні розміри, мм: довжина – 1820 ширина – 1456 висота – 1580 випускний розкриття, мм – до 60 маса, кг – 2200	1
2	Валкова дробарка ДГВ 400	продуктивність, т/год – 10 – 14 потужність приводу, кВт – 2x5 діаметр валків, мм – 400 довжина валків, мм – 500 маса, кг – 1200	1
3	Вібраційний грохот	продуктивність, т/год – 10 – 14 потужність приводу, кВт – 3 кількість ярусів – 1 розміри просіюючої поверхні, мм- 1200x1800 розміри отворів просіюючої поверхні, мм – 5 маса, кг – 750	1
4	Вібраційний грохот	продуктивність, т/год – 10 – 12 потужність приводу, кВт – 2,2 кількість ярусів – 1 розміри просіюючої поверхні, мм – 1200x1800 розміри отворів просіюючої поверхні, мм – 1,5 маса, кг – 750	1

Продовження табл. 1.11			
1	2	3	4
5	Магнітний сепаратор ПБСУ 100/25	продуктивність, т/год – 5 – 6,5 потужність приводу, кВт – 0,75 магнітна індукція, Тл – до 0,7 габаритні розміри , мм: довжина – 1450 ширина – 1200 висота – 1540 маса, кг – 350	1
6	Магнітний сепаратор ПБСУ 100/25	продуктивність, т/год – 3,5 – 6,5 потужність приводу, кВт – 0,75 магнітна індукція, Тл – до 0,7 габаритні розміри, мм довжина – 1450 ширина – 1200 висота – 1540 маса, кг – 350	1
7	Пневматичний сепаратор	продуктивність, т/год – 5 – 6,5 потужність приводу, кВт – 4,5 габаритні розміри , мм довжина – 4520 ширина – 1360 висота – 21540 маса, кг – 1560	1

## 2 РОЗРОБКА ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ ПЕРЕРОБКИ ТА ЗБАГАЧЕННЯ ВУГІЛЬНИХ ВІДХОДІВ

Постійно зростаючі ціни на вугілля, рідке паливо й природний газ обумовлюють постійний ріст витрат на виробництво теплової й електричної енергії. Крім того, безпосереднє пряме спалювання традиційних твердого, рідкого й газоподібного видів палив пов'язане з високим рівнем шкідливих викидів в атмосферу. Комбінація цих факторів робить актуальним завдання пошуку й розробки технологій виготовлення й спалювання менш дорогих і більш екологічно безпечних альтернативних видів палива. Одним з таких видів енергоносіїв є огрудковане паливо, виготовлення якого здійснюється з кам'яного і бурого вугілля різних марок, торфу, а також з відходів збагачення й переробки вугілля, що користуються досить обмеженим попитом на ринку у зв'язку з їхньою підвищеною вологістю й переподібненням.

У вуглезбагачувальній галузі України працюють 64 збагачувальних фабрики загальною виробничою потужністю 145,7 млн. т на рік по переробці рядового вугілля.

Вугільні шлами можуть стати надлишковим і дешевим видом палива. На вуглезбагачувальних фабриках України до теперішнього часу розташовано 196 шламових відстійників і ілонакопичувачів, у яких заскладовано близько 116 млн. т. шламових продуктів, у тому числі 51 млн. т. забалансових шламів зольністю 45-60%. Практично всі вони можуть бути перероблені й ефективно використані у вигляді огрудкованого палива.

Не менш гострою проблемою паливно-енергетичного комплексу України є проблема переробки й використання бурого вугілля, що обумовлене цілим рядом причин, а саме:

– після видобутку буре вугілля зазнає деструкції з перетворенням у масу, яка легко руйнується, це не дозволяє їх транспортувати на великі відстані;

– висока енергоємність виробництва буровугільних брикетів і різкі коливання цін на світовому ринку енергоресурсів обумовили підвищення їх реалізаційної вартості, що перевищує іноді вартість висококалорійних кам'яного вугілля;

– значне віддалення брикетних виробництв від споживачів.

Споживачами цього палива можуть бути промислові й комунально-побутові котельні, а також інші теплогенерируючі установки, які використовують у якості палива дорогі й дефіцитні марки вугілля і рідке паливо.

Нетрадиційні джерела дозволяють отримати певний ефект при утилізації відходів, яких в Україні накопичене досить багато.

На даному етапі у виробництві композиційного вугільного палива використовують наступні види сировини: буре вугілля, вугільний і коксовий дрібняк і пил, торф, вугільні шлами, відходи від очищення стічних вод, комплекс відходів вуглепереробки, лісопереробки, нафтопереробки й інших відходів.

У більшості випадків додавання зв'язуючого не потрібно.

Якщо буде потреба в якості зв'язуючого можна використовувати: цемент, рідке скло, лігнін, лігносульфонат (порошок і рідкий), катіонний поліелектроліт ВПК-402 (рідкий). При використанні рідких зв'язуючих відбувається ідеальний розподіл їх в шихті, маса стає липкою й добре огрудковується, тобто виконується основна вимога до зв'язуючого.

Огрудкування може проводитися як зі зв'язуючими, так і без них. Для кожного конкретного виду сировини виконуються лабораторні дослідження й визначаються найбільш оптимальні режими роботи.

## 2.1 Характеристика готового паливного продукту

Кам'яновугільний шлам, що огрудкований, з добавкою бурого вугілля й зв'язуючого, можна розглядати як дисперсну систему, у якій дисперсійним середовищем служить буре вугілля й зв'язуюче, а дисперсною фазою – сам шлам.

У процесах структуроутворення огрудкованого палива значна роль належить пресуванню. При пресуванні пухка сировинна суміш перетворюється в

міцний огрудкований продукт. Деформованість сировинної шихти в період пресування є функцією пластичності, під якою розуміють здатність суміші змінювати свою форму під впливом зовнішніх сил без утворення тріщин і зберігати отриману форму після припинення дії цих сил.

Пластичність, як прояв рухливості вихідної суміші, характеризує можливість її пресування. Зі збільшенням температури суміші пластичність зростає, що сприяє високій здатності огрудкування при пресуванні.

Вихідна суміш кам'яновугільного шламу, бурого вугілля й добавок зв'язуючих для одержання кінцевого продукту не вимагає більших зусиль тиску пресування. Така суміш практично повинна бути тільки сформована в грудки певних розмірів. На рис. 2.1 показані сформовані без застосування пресування брикети різного розміру. Такі брикети досить швидко здобувають властивості твердого тіла.

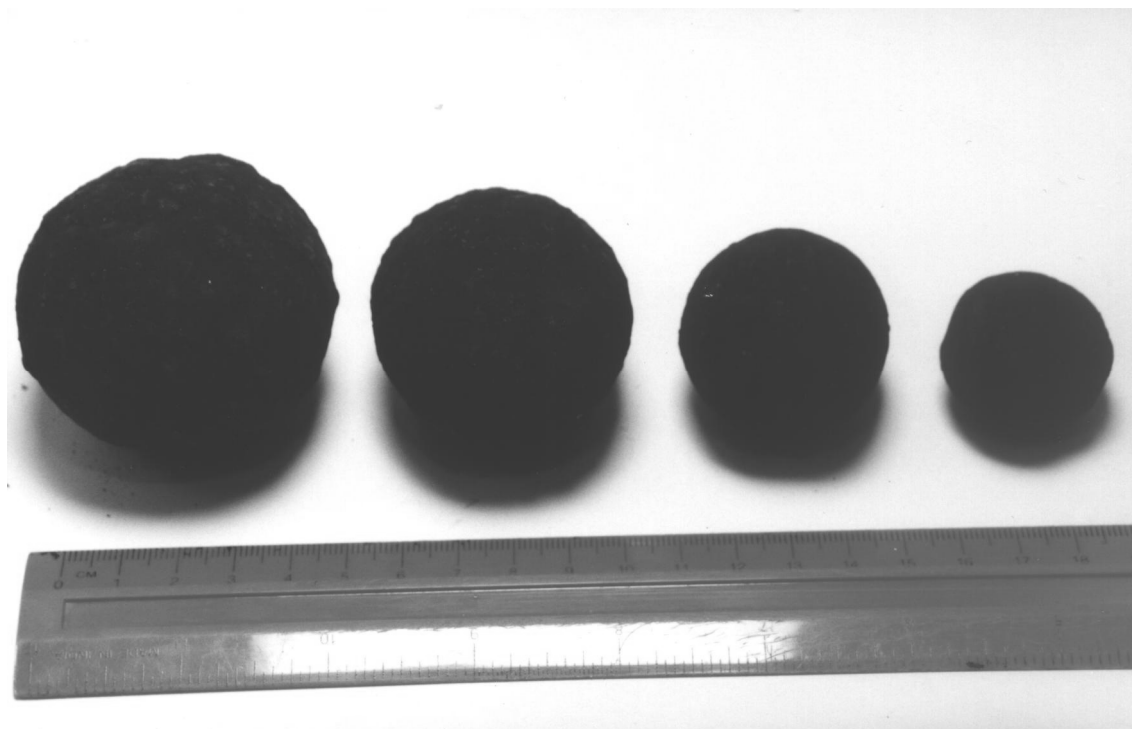


Рисунок 2.1 – Зразки огрудкованого палива різних розмірів

На рис. 2.2 показано зразок огрудкованого палива, що піддавався зусиллю роздавлювання 10 кг. Для порівняння поруч показано контрольний зразок, що не піддавався роздавлюванню.

На рис. 2.3 показані зразки брикетів, після випробувань під навантаженням. Незважаючи на залишкову деформацію, вони не руйнувалися, а тільки змінювали свою первісну форму.



Рисунок 2.2 – Зразок огрудкованого палива, який піддавався навантаженню – ліворуч; контрольний зразок – праворуч

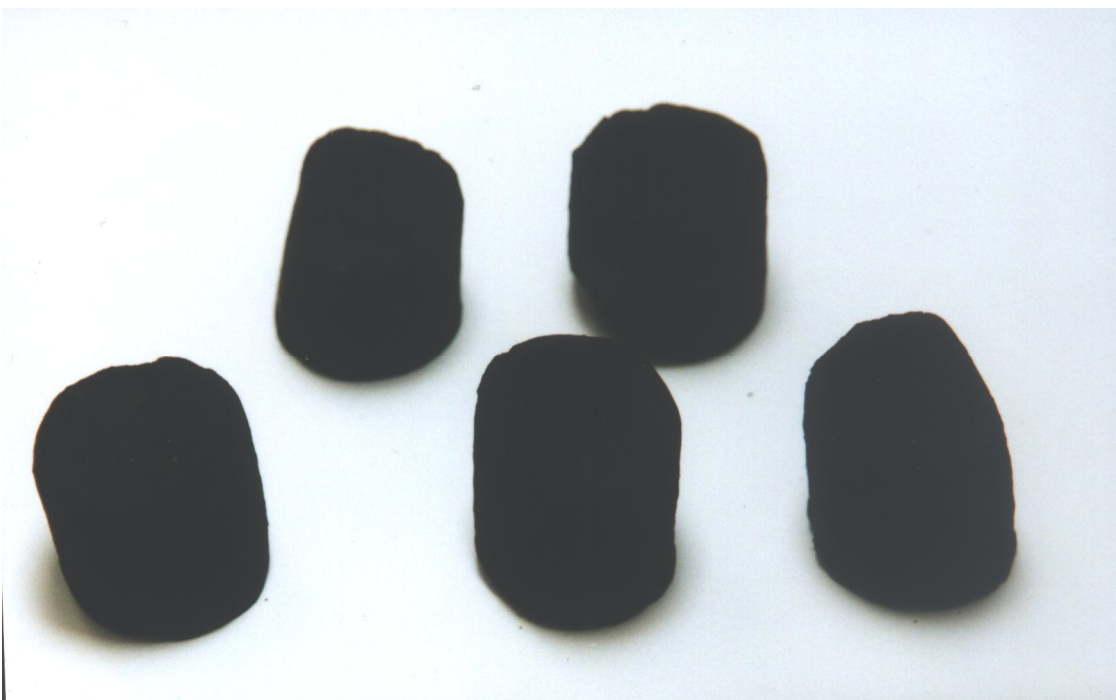


Рисунок 2.3 – Зразки огрудкованого палива після випробувань на міцність



Після добового твердіння такі брикети мають високу міцність і можуть бути складовані, витримати кілька перевантажень і інших технологічних операцій (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Складування зразків огрудкованого палива

Таким чином, застосовуючи суміш кам'яновугільного шламу, бурого вугілля й добавок зв'язуючих, можна отримати на їх основі огрудковане паливо, яке має високі споживчі властивості (рис. 2.5 і 2.6).

На споживчі властивості огрудкованого палива, у тому числі його вартість, істотно впливає залишкова вологість. Тому сушіння отриманого палива є основною операцією перед відвантаженням готової продукції споживачеві. Оптимальний вміст води становить 5%. Однак, для одержання такого вмісту води потрібно попередньо визначитися з оптимальним розміром грудок палива. Тому вивчення кінетики сушіння проводилося на різних за розмірами зразках сформованих брикетів. За даними таких досліджень були отримані оптимальні розміри, відповідно: діаметр 30 мм і довжина 60 - 70 мм.



Рисунок 2.5 – Зразки огрудкованого палива різних розмірів



Рисунок 2.6 – Готове огрудковане паливо

Виготовлене на технологічній лінії композиційне паливо має форму стержнів фіксованого діаметра 30 - 35 мм і певної довжини 100-200 мм.

Теплотворність нового палива практично не поступається традиційно збагаченому енергетичному вугіллю і антрацитам, але для отримання паливних стержнів підходить і так званий промпродукт, і відвали коксохімзаводів.

## 2.2 Характеристика технологічної лінії

Технологічна лінія з огрудкування органічного палива базується на використанні установки, що показана на рис.2.7.



Рисунок 2.7 – Загальний вид установки

Технологічна схема виробництва композиційного палива складається з ряду основних операцій:

- завантаження шихти в прийомні бункери, дозування й навантаження на збірний конвеєр;
- видалення із сировини феромагнітних предметів;
- грохотіння;
- завантаження сировини в бункер преса;
- зволоження або добавка зв'язуючого;
- огрудкування;

- завантаження в контейнери й переміщення контейнерів у сушильну камеру;
- сушіння гарячим повітрям у сушильній камері;
- доставка контейнерів з огрудкованим паливом на склад готової продукції;
- досушка на складі готової продукції

Для виконання цих операцій використовується наступна схема ланцюга апаратів технологічної лінії (рис. 2.8).

Вихідні матеріали (1) (буре вугілля, торф, шлам, і т.ін.) автотранспортом (2) завантажуються в приймальні бункери (3). З бункерів матеріал стрічковими живильниками (4) подається на збірний конвеєр (6). За допомогою залізовідокремлювача (5) із шихти видаляються феромагнітні предмети.

Потім матеріал надходить у грохот (7), де відбувається його розділення на клас 0-20 мм. Далі матеріал стрічковим конвеєром (8) подається в приймальний бункер установки з огрудкування (9). Із пресової установки готова продукція вивантажується в сітчастий контейнер (13). Далі контейнери із продукцією подаються в сушильну камеру (10). Через сушильну камеру за допомогою вентиляторів (11) і (12) прокачується гаряче повітря й здійснюється сушіння продукції. На виході із сушильної камери контейнери із продукцією забирає вільчатий навантажувач (14) і транспортує на склад готової продукції (15).

На складі (15) відбувається накопичення й остаточна досушка продукції в обмінних контейнерах.

Інший технологічний варіант (рис. 2.9) – продукція зберігається й досушується в буртах. У цій схемі сушіння відбувається на складі готової продукції протягом 3 - 6 діб.

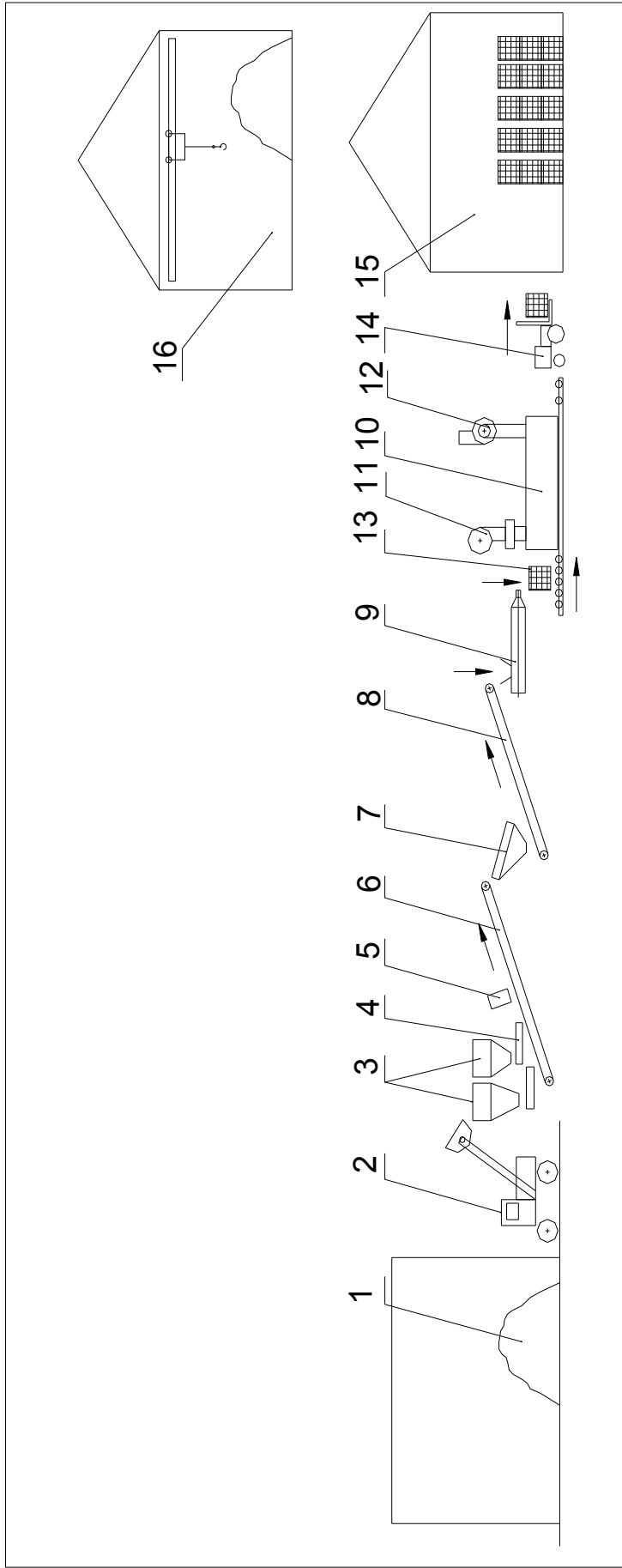
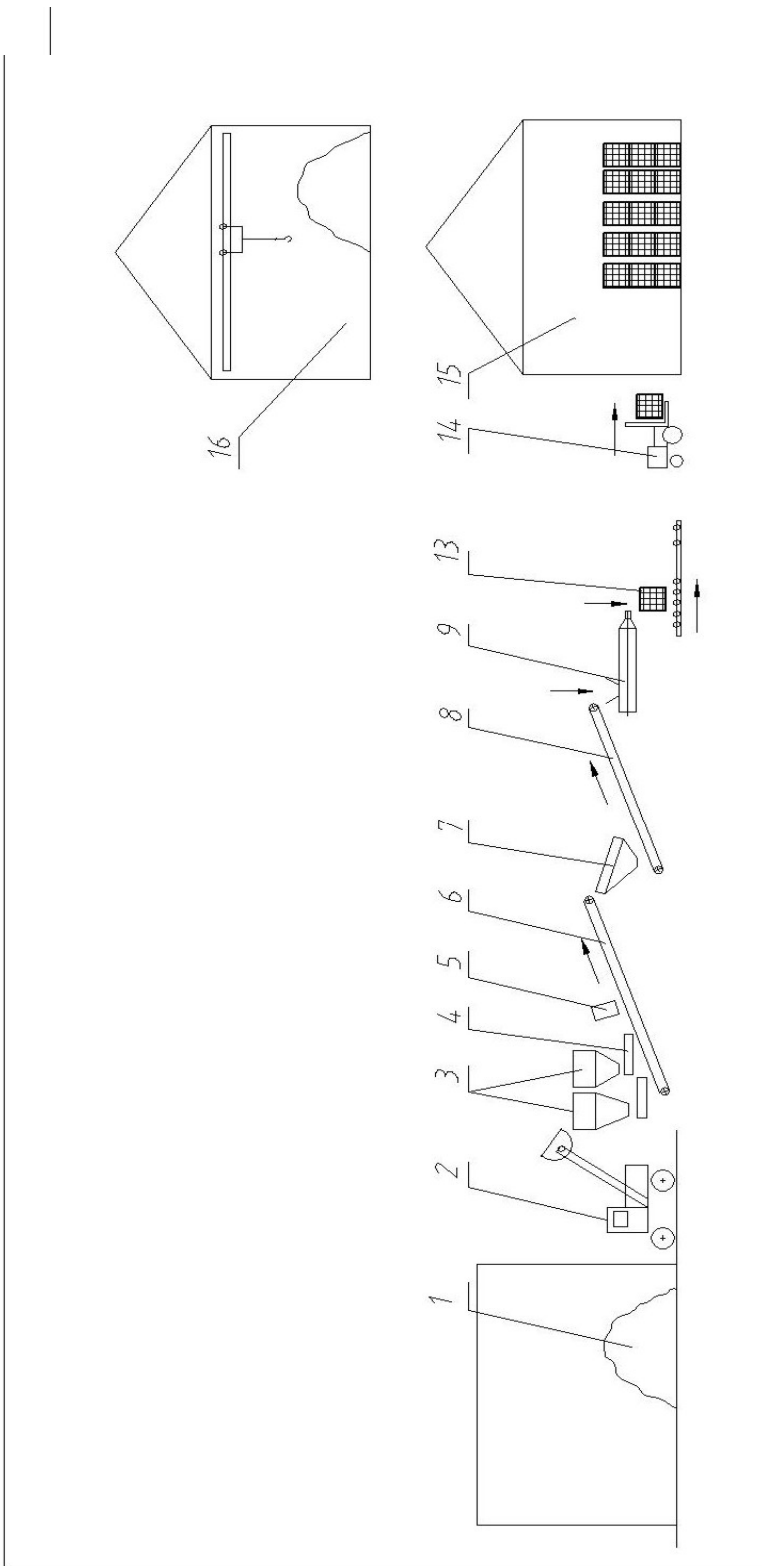


Рисунок 2.8 – Схема ланцюга апаратів технологічної лінії (з сушильною установкою)



- |                       |                             |                                 |
|-----------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 1—вихідні матеріали;  | 7—прохот;                   | 13—сітчастий контейнер;         |
| 2—автонавантажувач;   | 8—стрічковий конвеєр;       | 14—вільчатий навантажувач;      |
| 3—приймальні бункери; | 9—установка з огрудкування; | 15, 16—склади готової продукції |
| 4—живильники;         |                             |                                 |
| 5—залізобетонемлювач; |                             |                                 |
| 6—збірний конвеєр;    |                             |                                 |

Рисунок 2.9 – Схема ланцюга апаратів технологічної лінії (без сушільної установки)

Технічна характеристика головного обладнання надана в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика обладнання

Найменування 1	Характеристика, тип, вид 2	Призначення 3
1. Прийомні бункери	Нестандартні, V-3,4м <sup>3</sup> , V-2,4м <sup>3</sup> прямокутного перетину	Приймання вихідної сировини
2. Залізовілокремлювач ЕЖ60	N=2кВт, U=110-220В постійного струму	Вилучення феромагнітних предметів із шихти
3. Живильник стрічковий	Тип ПЛ-10. Потужність -1.1кВт	Дозування й подача шихти на збірний контейнер
4. Конвеєр стрічковий ТХ-004-00.000СБ	Q=5т/год; N=1.5кВт	Доставка шихти до грохоту
5. Грохот ГІЛ-11	N=1.5кВт	Розділення шихти на клас 0-20мм.
6. Конвеєр стрічковий ТХ-010-00.000СБ	Q=5т/год; N=1.5кВт	Доставка шихти до установки огрудкування
7. Установка огрудкування	N=45кВт; Q=5т/год	Формування паливних стержнів
8. Контейнер для готової продукції	Нестандартний, прямокутного перетину, сітчастий V=1м <sup>3</sup> .	Збірна ємність для готової продукції
9. Рольганг неприводний	Нестандартне	Транспортування контейнерів із продукцією.
10. Камера сушильна	Q= 40000-42000м <sup>3</sup> /год Температура повітря на вході в сушарку – 40-44 <sup>0</sup> Сумарна N ТЕНов = 180кВт Сумарна НЕД=45кВт Загальна встановлена потужність сушарки – 225 кВт	Попереднє сушіння готової продукції
11. Штовхач гвинтовий Т-1	Нестандартний N=3кВт	Проштовхування заповнених контейнерів у сушильну камеру
12. Електронавантажувач «Балканкар»	Вантажопідйомність 1,3 т.	Транспортування контейнерів.
13. Ковшевий автовантажувач	.	Завантаження прийомних бункерів

При використанні технологічної схеми без сушильної установки зі списку обладнання виключаються камера сушильна в комплекті з вентиляторами й пусковою апаратурою та штовхач гвинтовий з пусковою апаратурою.

При цьому встановлена потужність зменшується на 230кВт. Різко знижується рівень шуму у виробничому приміщенні.

У конструкції технологічної лінії передбачена можливість автоматизації процесу виготовлення органічного палива, за умови подальшого розвитку технології.

Виробництво огрудкованого композиційного органічного палива практично безвідхідне.

Можливе накопичення надрешіткового продукту після грохоту. Цей продукт за певних умов і підготовці можна пустити у вторинну переробку. Метал, який вилучається залізовідокремлювачем, після накопичення достатньої кількості здається на металобрухт.

## 2.3 Технологічні процеси ліній переробки та збагачення вугільних відходів

### 2.3.1 Приймання й підготовка сировини, дозування та навантаження на збірний конвеєр.

Вихідна сировина доставляється до місця роботи технологічної лінії автомобільним або залізничним транспортом і складається на складі сировини. Потім за допомогою ковшевого автонавантажувача засипається в приймальні бункери. У технологічній лінії передбачене використання двох бункерів з живильниками, що дозволяє створювати двокомпонентні суміші й регулювати відсоткове співвідношення кожного компонента за допомогою шибєрних заслінок, що встановлені на стрічкових живильниках у нижній частині бункерів. Зверху бункери закриті запобіжними решітками, з розмірами ячейки 50x50мм, які перешкоджають попаданню в бункери великих предметів, що можуть ушкодити стрічкові живильники. Ємність бункерів забезпечує 1-2 годинну роботу пресової установки. На зовнішніх стінках бункерів встановлені електровібратори для запобігання зависання матеріалу в бункері та утворення склепіння.



Перед запуском конвеєрної лінії необхідно відкрити шиберні заслінки на стрічкових живильниках ПЛ-10. Залежно від складу сировини (наявності одного або двох компонентів шихти), кількість матеріалу, що надходить на збірний конвеєр регулюється експериментально дослідним шляхом.

### 2.3.2 Видалення із сировини феромагнітних предметів. Грохотіння.

Феромагнітні предмети (болти, гайки й т.ін.), які можуть перебувати в шихті, і у випадку їх попадання в пресову установку для огрудкування викликати порушення її роботи, видаляються з матеріалу, що транспортується по стрічці конвеєра, за допомогою електромагнітного залізовідокремлювача. Залізовідокремлювач підвішений над конвеєрною стрічкою й включається автоматично в момент запуску конвеєрної лінії.

Шихта зі збірного конвеєра подається до грохоту. Грохот вмикається й вимикається автоматично в момент пуску й зупинки конвеєрної лінії. На грохоті типу ГЛ-11 з розмірами ячейки поверхні, що просіває, 20 мм відбувається розділення шихти на клас 0-20мм. Подрешітковий продукт надходить на конвеєр, що живить пресову установку, а надрешітковий матеріал збирається в контейнер для надрешіткового продукту й при заповненні вивозиться на утилізацію.

### 2.3.3 Завантаження сировини в бункер установки для огрудкування, зволоження або додавання зв'язуючого.

Підготовлена після грохоту сировина стрічковим конвеєром подається в приймальний бункер установки. У випадку недостатньої вологості сировини при виході із преса продукції некондиційних параметрів передбачена можливість додаткового зволоження шихти або додавання зв'язуючого. Для цього в приймальному бункері встановлена форсунка, через яку можна розриляти рідину в шихту. Подача рідини в лінію форсунки здійснюється за допомогою вмикання й вимикання електромагнітного нормально закритого відсічного клапана прямої дії. Вмикання клапана здійснюється з пульта оператора. Клапан може працювати як у ручному, так і в автоматичному режимі, тобто вмикатися й вимикатися одночасно з

установкою. Керування й живлення електромагнітного клапана здійснюється напругою 24 В, що не створює погрози поразки електричним струмом для персоналу, що обслуговує установку.

2.3.4 Огрудкування. Завантаження в контейнери й переміщення контейнерів у сушильну камеру.

Підготовлена паливна шихта із приймального бункера переміщається шнековим робочим органом через ступені установки. У міру переміщення від ступеню до ступеню, шихта здобуває все більшу пластичність і однорідність. При цьому утворюється в'язкопластична система, яка являє собою суміш високодисперсних часток вугілля, відбуваються адгезійно-хімічні процеси, що надають системі в'язкі властивості. На виході тракту, що пресує, установлена фільтера з круглими отворами, у яких і відбувається формування паливних стержнів.

Варіант I. Огрудковане паливо, що виходить з фільтери, являє собою стержні довжиною до 200мм (рис. 2.10). Ці стержні по лотку скачуються у сітчастий контейнер ємністю 1м<sup>3</sup>.

Накопичувальний сітчастий контейнер встановлюється за допомогою вільчатого навантажувача на неприводний роликівий конвеєр. Траса роликівого конвеєра прокладена від установки через сушильну камеру. Позичіонування порожніх контейнерів перед завантажувальним лотком преса може здійснюватися як у ручну, за допомогою переміщення контейнера по роликах рольганга, так і за допомогою гвинтового штовхача, з довжиною ходу 2м. Штовхач переміщає черговий порожній контейнер, який упирається в заповнений контейнер і переміщає останній до сушильної камери.

Варіант II не передбачає використання сушильної камери. Він відрізняється наявністю вкороченого роликівого конвеєра. Переміщення контейнерів по рольгангові здійснюється вручну, і безпосередньо після завантаження контейнера він перевозиться вільчатим навантажувачем на склад готової продукції, де й відбувається остаточна досушка продукції.



Рисунок 2.10 – Огрудковане паливо

### 2.3.5 Сушіння.

Сушіння гарячим повітрям у сушильній камері. Після того як перший заповнений контейнер буде переміщений у початок сушильної камери, починається процес сушіння. Сушильна камера являє собою короб довжиною більш 6м з відкритими торцевими стінками. Усередині камери можуть одночасно перебувати 6 контейнерів із продукцією. По одній з довгих сторін камери встановлено три нагнітаючі вентилятори з електрокалориферами, по іншу сторону – три відсмоктувальні вентилятори. Сушильна камера функціонує у двох режимах – пусковому й робочому. При пусковому режимі на початку сушильної камери перебуває один заповнений контейнер із продукцією. Ущільнення вхідного отвору

камери здійснюється самим контейнером і ущільнювальними пластинами з конвеєрної стрічки, які охоплюють контейнер з усіх боків на вході в сушильну камеру. Вихідний проріз сушильної камери на час пускового режиму закритий заслінкою. Включаються тепловентилятори й відсмоктувальні вентилятори і починається процес сушіння. Вентилятори можна вводити в роботу послідовно попарно при заповненні сушильної камери контейнерами. Враховуючи те що, час завантаження одного контейнера становить 10-12 хвилин, то приблизно через годину в сушильній камері будуть перебувати 6 заповнених контейнерів. Після того як камера буде заповнена контейнерами, починається робочий режим. Заслінка з вихідного прорізу сушильної камери знімається. Ущільнення обох прорізів тепер відбувається самими контейнерами й гумовими ущільнювальними пластинами.

При виході контейнерів із сушильної камери вільчатий навантажувач знімає їх з роликового конвеєра й перевозить на склад готової продукції.

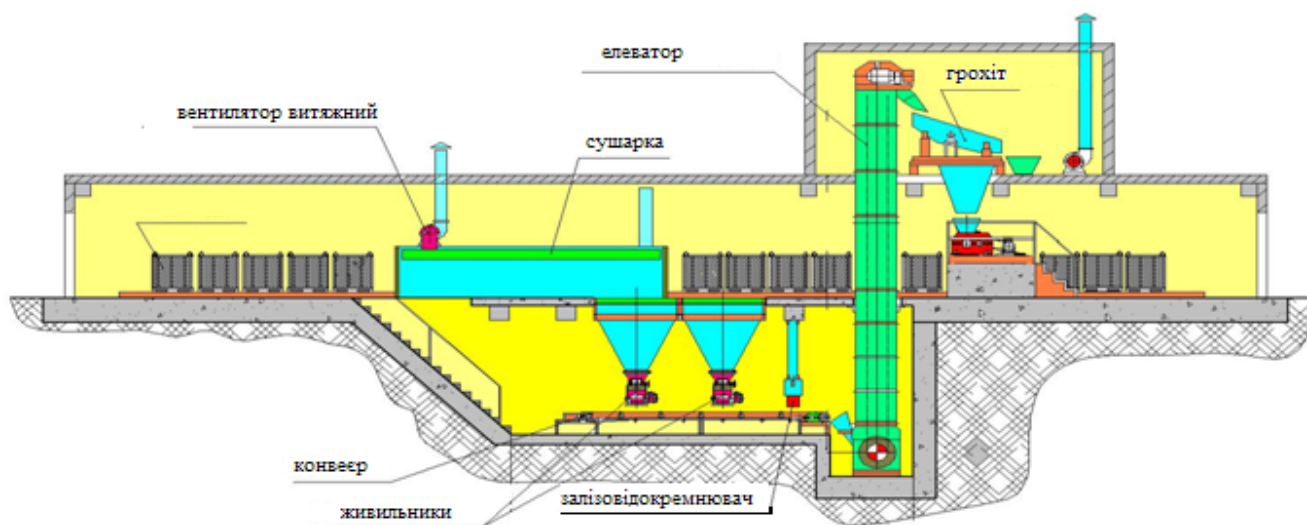


Рисунок 2.11 – Схема технологічної лінії для виготовлення композиційного вугільного палива

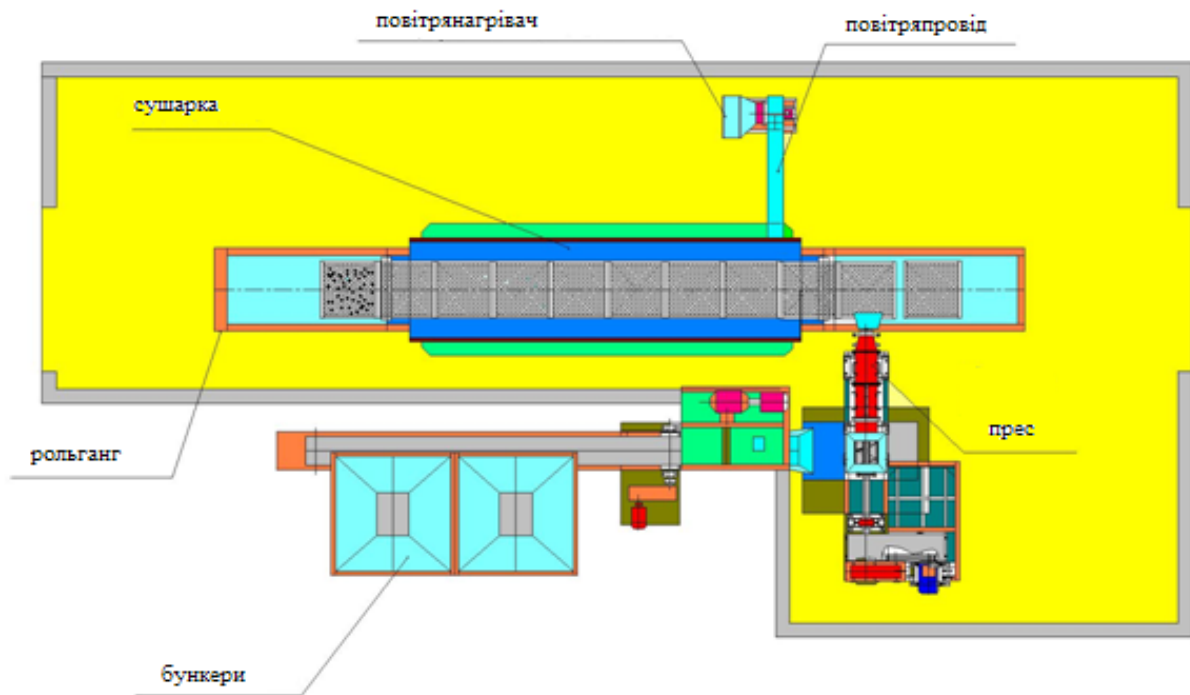


Рисунок 2.12 – Схема технологічної лінії для виготовлення композиційного вугільного палива (план)

### 2.3.6 Досушка на складі готової продукції.

Місткість складу готової продукції приймається з розрахунку 3-5 добової продуктивності лінії, а продуктивність по вивантаженню відповідає 2-3 кратній проектній потужності підприємства. Склад являє собою крите приміщення. У зимовий час у складі повинна підтримуватися плюсова температура повітря. Склад повинен бути обладнаний пристроями для переміщення й навантаження вантажів (у найпростішому випадку кран-балкою). Продукція на складі зберігається у вигляді буртів висотою до 3-3,5м, або в контейнерах, встановлених штабелями друг на друга. Цей варіант вимагає великої кількості обмінних сітчастих контейнерів (орієнтовно 350-400шт) і приміщення для їх зберігання. У випадку використання пакувальної машини зберігання продукції до відвантаження споживачеві відбувається в мішках. По варіанту II продукція зберігається на складі у вигляді буртів висотою до 3-3,5м. Бурти насипаються на решітки на підлозі складу. Під решітками перебуває повітряний канал, у який за допомогою вентилятора нагнітається повітря. Повітря, що проходить через щілини в решітках і далі через

шар огрудкованого палива в бурті, забезпечує сушіння продукції. Варіант II більш економічний і менш енергоємний, ніж варіант I. Також при цьому трохи поліпшується якість готової продукції за рахунок того, що сушіння відбувається в природніх умовах. Однак при цьому збільшується час сушіння.

Особливої уваги заслуговує питання захисту відвантаженої продукції від атмосферних впливів. Для цього можливо застосування тентів над вагонами або автомобілями.

### 3 РОЗРОБКА ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ЗБАГАЧЕННЯ КОМПЛЕКСНИХ ТИТАНО-ЦИРКОНІЄВИХ РУД

При збагаченні розсипних пісків Вільногірського родовища близько 97% вихідної сировини, що надходить на збагачувальну фабрику, іде у відходи. Вміст корисних мінералів у відходах становить: 0,4% ільменіту, 0,07% рутилу, 0,025% циркону. Залучення в переробку поточних і, накопичених у шламохранилищах, відходів збагачення титано-цирконієвих руд дозволить додатково одержати ільменітовий, рутиловий і цирконовий концентрати, а також підвищити якість кварцових пісків, відходів виробництва, які використовуються в скляній промисловості. Схема збагачення відходів наведена на рис. 3.1.

Технологічна схема переробки відходів повинна включати:

- гравітаційне збагачення вихідного матеріалу з одержанням чорного колективного концентрату;
- зневоднювання й сушку колективного концентрату;
- електричну сепарацію колективного концентрату з розділенням на провідникову й непровідникову фракції;
- операції збагачення магнітними методами провідникового й непровідникового продуктів на магнітні й немагнітні фракції;
- схеми одержання ільменітового, рутилового і цирконового концентратів.

При гравітаційному збагаченні можливо використовувати наступне устаткування: концентраційні столи, гвинтові сепаратори, конусні сепаратори. Недоліком концентраційних столів є низька питома продуктивність та необхідність використання великої площі для розміщення устаткування. Гвинтові сепаратори в порівнянні з конусними мають більшу похибку розділення, але простіші в використанні. Тому при використанні гвинтових сепараторів необхідно передбачити виділення промпродукту, який необхідно направляти в рецикл, що покращить показники розділення і зробить їх співвідносними з конусними сепараторами.

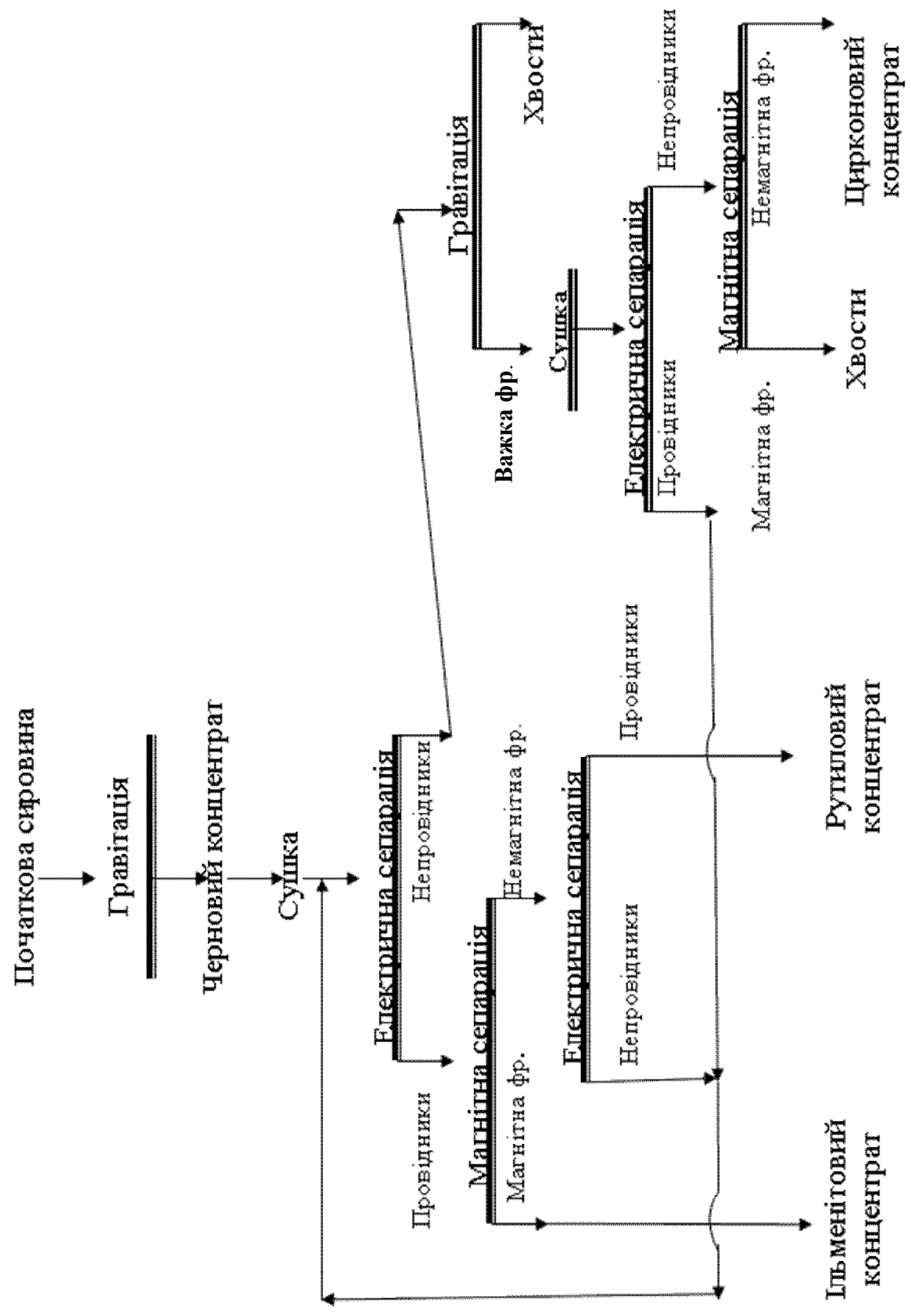


Рисунок 3.1 – Схема збагачення відходів переробки титано-цирконієвих руд



В концентраті гравітаційного збагачення вилучення корисних мінералів повинно бути в межах: ільменіту –90-92%, рутилу – 93-95%, циркону не менше 97%, при цьому вміст ільменіту коливається в межах 35-40%.

Операції зневоднення і сушка колективного концентрату повинні забезпечити вологість продукту не більше 0,5%.

В операції магнітного збагачення повинні використовуватися високоефективні магнітні сепаратори, що забезпечуть виділення високоякісного магнітного продукту (ільменітового концентрату) з вмістом ільменіту не менше 92%.

Для отримання високоякісного рутилового концентрату необхідно передбачити контрольну електростатичну сепарацію, яка дозволить вилучити домішки непровідникових мінералів. Вміст рутилу в концентраті повинен бути не менше 95%.

При отриманні цирконового концентрату необхідно передбачити додаткові операції гравітаційного збагачення, сушку важкої фракції і її дозбагачення електричним і магнітним методами. Вміст циркону в відповідному концентраті повинен бути на рівні 98%.

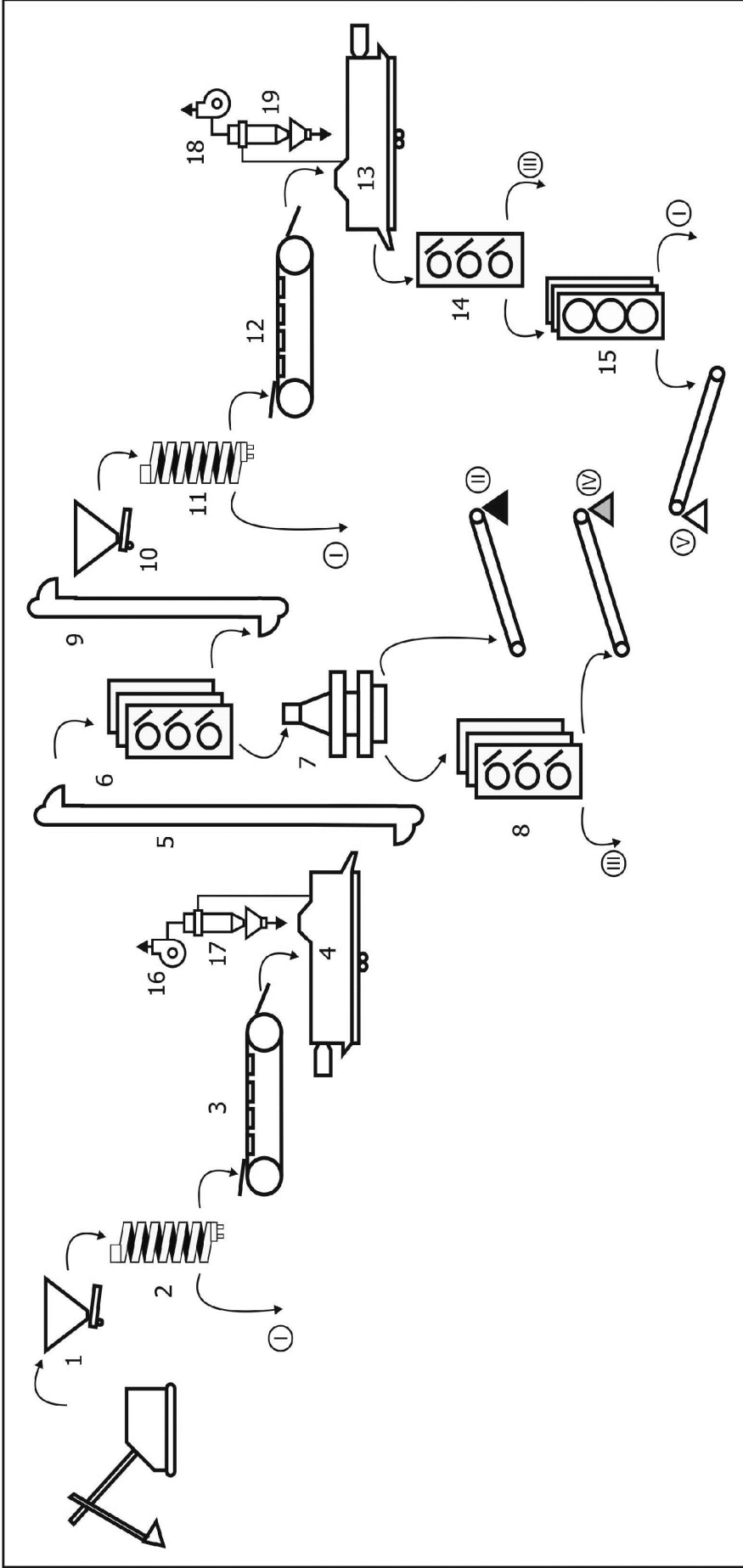
### 3.1 Технологічна лінія зі збагачення відходів титано-цирконієвих руд

На рис. 3.2 запропонована схема ланцюга апаратів технологічної лінії з переробки відходів збагачення титано-цирконієвих руд.

Лінія переробки відходів збагачення титано-цирконієвих руд складається з наступних основних вузлів і устаткування.

Спочатку проводиться завантаження вихідних хвостів у приймальні бункери – дозатори 1. При змішуванні з водою одержуємо пульпу, з вмістом твердого 15 -30%.

Пульпа подається у відділення гравітаційного збагачення, де можуть бути використані гвинтові сепаратори 2. У результаті збагачення гравітаційним методом одержуємо важку фракцію (ВФ) – черновий колективний концентрат і відвальні хвости (І).



- 1 – приймальний бункер-дозатор;  
 2 – гвинтовий сепаратор;  
 3 – фільтр вакуумний стрічковий;  
 4 – сушильна установка;  
 5 – елеватор ковшовий стрічковий;  
 6 – короно-електростатичний барабанний сепаратор;  
 7 – високоградієнтний електромагнітний барерний сепаратор;  
 8 – трибелектростатичний барабанний сепаратор;  
 9 – елеватор ковшовий стрічковий;  
 10 – приймальний бункер-дозатор;  
 11 – гвинтовий сепаратор;  
 12 – фільтр вакуумний стрічковий;  
 13 – сушильна установка;  
 14 – трибелектричний барабанний сепаратор;  
 15 – високоградієнтний магнітний сепаратор;  
 16, 18 – вентилятор витяжний;  
 17, 19 – блок циклонів.

Рисунок 3.2 – Схема ланцюга апаратів технологічної лінії з переробки відходів збагачення титано-

Для зневоднення колективний концентрат подається на вакуум-фільтри 3 (можливе використання стрічкового вакуум-фільтра ЛОН). Сушіння й розігрів колективного концентрату проводиться у вібро-сушильному агрегаті 4. Використання в цій операції сушильної установки "Смерч™" підвищить ефективність сушіння при скороченні споживання енергоносіїв приблизно в 2 рази. Вологість просушеного матеріалу не повинна перевищувати 0,5% . Температура матеріалу на виході сушильного агрегату в діапазоні 110° – 120° С.

За допомогою ковшового елеватора 5, просушений і розігрітий колективний концентрат подається на електростатичний сепаратор 6 (коронно-електростатичний барабанний сепаратор КЕБС 2х3х1500х270) з подальшим розділенням на провідниковий (ПП) і непровідниковий (НП) продукти. Провідниковий продукт вміщує ільменіт і рутил, які відрізняються за магнітними властивостями: ільменіт – слабوماгнітний, а рутил – немагнітний. Для вилучення ільменіту, провідниковий продукт (ПП) подається на магнітний сепаратор 7 (високоградієнтний електромагнітний бар'єрний сепаратор БСТ – 08 «Туркеніч»). Проведеними дослідженнями встановлено, що використання бар'єрного сепаратора БСТ – 08 "Туркеніч" дозволяє отримувати стабільно високі показники збагачення. Вони не мають недоліків інших електромагнітних сепараторів, тому що за принципом дії в бар'єрному сепараторі не відбувається притиснення магнітного продукту до якоїсь стінки. Магнітний продукт перебуває у зваженому стані над магнітним бар'єром і тому він не перешкоджає видаленню немагнітних частинок у немагнітний продукт. Результатом збагачення на магнітному сепараторі є товарний ільменітовий концентрат (II) і рутиловий продукт.

Рутиловий продукт – немагнітна фракція магнітного збагачення провідникової фракції. Для отримання кондиційного рутилового концентрату і вилучення домішок пропонується використовувати трибоелектростатичний барабанний сепаратор 8. Отриманий провідниковий продукт - товарний рутиловий концентрат (IV), непровідниковий продукт – промпродукт (III) . Промпродукт направляється в голову схеми в циркуляцію.

Непровідникова фракція електростатичної сепарації чорного колективного концентрату, що вміщує циркон, подається за допомогою ковшового елеватора 9 у бункер – дозатор 10 і, змішана з водою, у вигляді пульпи з вмістом твердого 15 -30% подається на гвинтові сепаратори 11. Легкий продукт виділяється у хвості (І), а важкий – чорновий цирконовий концентрат (ВФ), подається на вакуум-фільтр 12. Отриманий кек завантажується у вібро - сушильний агрегат 13.

Сухий, розігрітий до 110° – 120°С важкий продукт, що вміщує не більш 0,5% вологості, подається на електростатичний сепаратор 14. Продукти розділення провідникової фракції – промпродукт (ІІІ) і непровідникова фракція – цирконовий продукт.

Цирконовий продукт для доочищення від магнітних домішок подається на магнітний сепаратор 15 (високоградієнтний магнітний роликівий сепаратор БРСТ – 92/670 «Туркеніч»). Застосування високоградієнтного магнітного роликівого сепаратора БРСТ-92/670 ”Туркеніч“ в операції доочищення циркону дозволяє вилучати дуже слабomagнітні мінерали за рахунок високої (до 2 Тл) індукції на робочій поверхні ролика. Немагнітний продукт розділення – товарний цирконовий концентрат (V).

Перелік основного обладнання, що пропонується використовувати:

1. Прийомний бункер – дозатор;
2. Гвинтовий сепаратор типу Ссп, LL900;
3. Фільтр вакуумний стрічковий ЛОН;
4. Сушильна установка «Смерч™»;
5. Елеватор ковшовий стрічковий;
6. Коронно-електростатичний барабанний сепаратор КЕБС 2x3x1500x270;
7. Високоградієнтний електромагнітний бар'єрний сепаратор БСТ – 08 «Туркеніч»;
8. Трібоелектростатический барабанний сепаратор ТЕБС 2x3x1500x270;
9. Елеватор ковшовий стрічковий;
10. Прийомний бункер – дозатор;
11. Гвинтовий сепаратор типу Ссп, LL900;

12. Фільтр вакуумний стрічковий ЛОН;
13. Сушильна установка «Смерч™»;
14. Трибоелектростатический барабанний сепаратор ТЭБС 2x3x1500x270;
15. Високоградієнтний магнітний роликовий сепаратор  
БРСТ – 92/670 «Туркеніч»;
- 16; 18. Вентилятор витяжний;
- 17;19. Блок циклонів СЦН-40.

### 3.2 Технічні характеристики обладнання.

Таблиця 3.1 – Гвинтовий сепаратор типу Ссп

Продуктивність, т/год	до 6
Діаметр жолоба, мм	1000
Кількість витків	5
Кількість жолобів	2
Вміст твердого в живленні, %	15 - 30
Габаритні розміри, мм:	
довжина	1045
ширина	1000
висота	2315
Маса, кг	140

Таблиця 3.2 - Спіральний сепаратор типу LL900;

Кількість жолобів	2-3
Кількість спіралей	4-5
Крупність живлення (мм)	0,03-1,8
Вміст твердого в живленні, ( %)	15 - 30
Продуктивність (т/год)	2-3
Займана площа в плані(м <sup>2</sup> )	1,2
висота(м)	3,2

Таблиця 3.3 – Сушильна установка «Смерч™»

Вид палива	дизельне, природний газ
Витрата дизельного палива (газу) при сушінні 1 тонни піску вихідної вологості 5%, кг (м <sup>3</sup> )	4,5 (5,4)
Встановлена потужність (включаючи привід віброкороба, пальника, вентилятора вторинного повітря), кВт	19,0 (30 т/год) – 23,0 (50 т/год)
Вихідна вологість матеріалу, %	до 12,0
Кінцева вологість матеріалу, %	0,1 – 0,5
Температура матеріалу на виході, °С	80–90

Таблиця 3.4 – Фільтр вакуумний стрічковий ЛОН:

Тип фільтра	ЛОН 10	ЛОН 12
Площа поверхні фільтрування, м <sup>2</sup>	10,0	12,0
Робочий тиск (вакуум), МПа, не більш	0,068	0,068
Довжина вакуум-камери робоча, м	9,5	11,3
Ширина фільтруючої стрічки робоча, мм	1250	1250
Швидкість руху фільтруючої стрічки, м/с	0,066—0,156	0,066—0,21
Температура робочого середовища, °С	10—60	10—60
Питома продуктивність, т/м <sup>2</sup> /год	10	10
Напруга й частота живильної мережі	3~50 Гц 380 В	
Встановлена потужність приводу, кВт, не більш	11	15
Габаритні розміри, мм, не більш:		
• довжина	12700	14600
• ширина	3240	3240
• висота	2590	2590
Маса, кг ( залежно від виконання)	9730—9820	10475

Таблиця 3.5 – Елеватор ковшовий стрічковий

Продуктивність, т/год	15,0
Ємність ковша, л	1,44
Швидкість переміщення ковшів, м/сек	1,3
Електродвигун	АИР100Д4В3
- потужність, кВт	4,0
- частота обертання, об/хв	1500
Редуктор	1Ц2У-160-25- 21- К-У3

Таблиця 3.6 – Коронно-електростатичний барабанний сепаратор  
КЕБС 2х3х1500х270

Кількість модулів прийомів сепарації	3
Кількість спусків матеріалу, що збагачується	2
Розмір частинок матеріалу, мм.	0,045 – 0,800
Довжина робочої зони, мм.	1500
Діаметр осаджуючого барабана, мм.	270
Частота обертання барабана, об/хв	85-200
Номінальна потужність приводу осаджуючого барабана модуля, кВт	0,75
Напруга на коронуючих електродах, кВ, у межах	20-40
Номінальна потужність високовольтної установки, кВт	0,6
Продуктивність за початковим живленням, т/год	до 8
Живильна напруга трифазна, 50 Гц, В	380/220

Таблиця 3.7 – Високоградієнтний електромагнітний бар'єрний сепаратор  
БСТ – 08 «Туркеніч»

Кількість ярусів сепарації	2
Розмір матеріалу, що сепарується, мм.	3,0-0,063
Вологість матеріалу, %.	0,5
Продуктивність за початковим живленням, т/год	до 5
Електроживлення	трифазне 380 В
Номінальна потужність, кВт.	до 9
Ширина каналу матриці, мм.	10-13
Кількість продуктів розділення	3
Напруженість магнітного поля в каналі матриці, Тл.	до 1,2
Загальна вага сепаратора, т	10

Таблиця 3.8 – Циклон СЦН-40

Продуктивність одиночного циклону, м <sup>3</sup> /год	300-4800
Діаметр циклону, мм	300-3000
Температура, °С, не більш	400
Концентрація пилу на вході, г/м <sup>3</sup>	500-1



Таблиця 3.9 – Трібоелектростатический барабанний сепаратор  
ТЕБС 2х3х1500х270

Заряд частинок матеріалу вібраційного типу	
Кількість модулів прийомів сепарації	3
Кількість спусків матеріала, що збагачується	2
Розмір частинок матеріалу, мм.	0,045 – 0,800
Довжина робочої зони мм.	1500
Діаметр осаджуючого барабана мм.	270
Частота обертання барабана об/хв	85-200
Номінальна потужність приводу осаджуючого барабана модуля, кВт	0,75
Напруга на коронуючих електродах, кВ, у межах	20-40
Номінальна потужність високовольтної установки, кВт	0,6
Продуктивність за вихідним живленням, т/год	до 8
Живильна напруга трифазна, 50 Гц, В	380/220

Таблиця 3.10 – Високоградієнтний магнітний роликівий сепаратор  
БРСТ – 92/670 «Туркеніч»

Довжина робочої зони ролика, мм	670
Діаметр ролика, мм	92
Продуктивність, т/год	до 3
Кількість барабанів, що скальпують	1
Кількість роликів	2
Магнітна індукція в зоні сепарації, Тл	1,9 +/-5%
Температура матеріалу, що сепарується не більш, °С	80
Сумарна споживана потужність, кВт	1,5

Проведені лабораторні дослідження на пробі відходів (вміст ільменіту – 0,4%, рутилу – 0,07%, циркону – 0,025%). Із даного продукту отримано колективний концентрат, що містить 40,0% ільменіту, 7,31% рутилу і 2,7% циркону. Якісно-кількісні показники продуктів збагачення отримані при переобці колективного концентрату з використанням рекомендованого обладнання наведено в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Якісно-кількісні показники продуктів збагачення

Продукти збагачення	Показники збагачення, %					
	Ільменіт		Рутил		Циркон	
	вміст	вилучення	вміст	вилучення	вміст	вилучення
Ільменітовий концентрат	92,5	98,4	0,69	4,0	0,07	1,1
Рутиловий концентрат	3,26	0,6	95,2	95,6	0,48	1,3
Цирконієвий концентрат	0,015	0,001	0,17	0,06	98,0	94,8
Колективний концентрат	40,0	100	7,31	100	2,7	100

Проведені дослідження показали, що залучення до переробки поточних та відвальних відходів Вільногорського гірничо-металургійного комбінату дозволить додатково отримувати в середньому в місяць: 1300 тон ільменитового, 260 тон рутилового та 80 тон цирконієвого концентратів. Для цього необхідно розробити технологічну лінію з використанням запропонованого устаткування і з додержанням розроблених режимних параметрів технології збагачення.

## 4 РОЗРОБКА ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ ТА МОДУЛІВ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ, БУДІВЕЛЬНИХ ТА СКЛЯНИХ ВІДХОДІВ

4.1. Розробка вихідних даних для проектування технологічних ліній переробки твердих побутових відходів

### 4.1.1 Утворення твердих побутових відходів

Сьогодні вкрай важливо розуміти, що відходи, у тому числі і небезпечні, утворюються у нас повсюдно – як в побуті, в будинках рядових українців, так і на місцях їх роботи – в офісах фірм і організацій, різних державних установах. У будинках українців з'явилася велика кількість найрізноманітніших електропобутових приладів, комп'ютерів, ноутбуків і рідкокристалічних телевізорів, засобів для прання і прибирання, предметів інтер'єру і обробних матеріалів, які містять різні полімери, важкі метали і інші небезпечні компоненти. На робочих місцях масово присутні різні ксерокси, принтери, сканери, всілякі засоби зв'язку. Необхідність економії енергетичних ресурсів вимушує переходити на застосування енергозберігаючих ламп. Загальна комп'ютеризація призводить до більшого використання кабельно-провідникової продукції, додаткової установки серверів.

Тільки наявність одного автомобіля вже збільшує об'єм відходів і кількість їх видів на 20 – 30 одиниць, зокрема на 6 – 10 видів особливо небезпечних.

Виріс обсяг великогабаритних і будівельних відходів. У крупних містах країни продовжується бум в будівництві ділових, торгово-розважальних і спортивних центрів, ресторанів, салонів краси і готельних комплексів. Це призводить до того, що обсяги ТПВ постійно зростають як в абсолютних величинах, так і на одного мешканця. Їх склад різко ускладнюється за рахунок попадання в них все більшої кількості компонентів, що містять речовини першого і другого класів небезпеки.

Сьогодні, за статистикою, у нас близько 15 тисяч звалищ і до 800 полігонів. І це при тому, що в країні близько 30 тисяч адміністративних населених пунктів і міст, і в кожному селищі, як мінімум, 3 звалища, а в містах — сотні. Дослідження

показують, що кількість звалищ в Україні наближається до півмільйона, і займають вони більше 1 млн га землі.

Необхідно чітко засвоїти те, що особливо небезпечні відходи у жодному випадку не повинні потрапляти у тверді побутові відходи, які вивозяться на звалища. Тому всі без виключення повинні провести інвентаризацію по різних видах відходів, особливо небезпечних, і передавати їх на утилізацію спеціалізованим підприємствам.

Слід зазначити перелік твердих господарсько-побутових відходів, які утворюються в державних установах, органах виконавчої влади і контролюючих органах, офісах, торгових мережах, ділових центрах, спортивних, освітніх установах, сфері побутового обслуговування.

До особливо небезпечних побутових відходів відносяться:

- енергозберігаючі люмінесцентні лампи;
- батареї пальцеві та інші, акумулятори;
- медичні відходи;
- термометри, барометри, що містять ртуть;
- картриджи, тонери;
- тара і упаковка від миючих, дезинфікуючих і чистячих засобів, їх залишки;
- побутова хімія;
- азбестові труби і інші вироби з азбесту.
- балончики з-під лака для волосся, дезодорантів, фарб;
- відходи і упаковка добрив і отрутохімікатів;
- вінілові обої, лінолеум;
- відпрацьовані масла, акумуляторні батареї і електроліти, промаслене дрантя, азбестові прокладки, холодильні агенти і інші небезпечні речовини, що утворюються за наявності автомобіля.

Небезпечні побутові відходи, що містять особливо небезпечні компоненти:

- оргтехніка; комп'ютери, телевізори, монітори, стаціонарні і радіотелефони, телефакси, мобільні телефони;

- побутові електроприлади: холодильники, кондиціонери, пральні машини, мікрохвильові печі, електрочайники, системи вентиляції;
- електротехнічне устаткування (щитові, лічильники), кабеле-провідникові відходи, супутникові і інші антени;
- устаткування і матеріали ліфтових господарств;
- копіювальні, факсні і касові апарати, сканери;
- засоби пожежогасіння;
- освітлювальне устаткування (прожектори, галогенові лампи), вивіски;
- відходи ремонтно-будівельних робіт.

До малонебезпечних побутових відходів належать:

- харчові відходи;
- макулатура;
- шкіра, гума, текстиль, змішані матеріали (спецодяг, меблева оббивка, штори, жалюзі, килимові доріжки і інше);
- великогабаритний (меблі, предмети інтер'єру і ін.);
- кераміка, скло (фаянсові раковини, унітази, листове скло, лампи розжарювання, посуд, пляшки, бій скла та ін.);
- пластмасова тара і упаковка;
- дерево (фанера, паркет, старі рами, ящики, дошки, двері та ін.);
- метал (труби, радіатори, посуд, баки, бідони, сітки, газові і електричні плити);
- відходи життєдіяльності людини.

Обсяг утворення відходів на рік складає 24 – 27 млн т.

Слід зазначити, що для різних кліматичних зон тверді побутові відходи відрізняються за морфологічним складом (табл. 4.1)

Таблиця 4.1 – Морфологічний склад ТПВ для різних кліматичних зон (масові %)

Компонент	Кліматична зона		
	середня	південна	північна
Харчові відходи	35 – 45	40 – 49	32 – 39
Папір, картон	32 – 35	22 – 30	26 – 35
Дерево	1 – 2	1 – 2	2 – 5
Чорні метали	3 – 4	2 – 3	3 – 4
Кольорові метали	0,5 – 1,5	0,5 – 1,5	0,5 – 1,5
Текстиль	3 – 5	3 – 5	4 – 6
Кістки	1 – 2	1 – 2	1 – 2
Скло	2 – 3	2 – 3	4 – 6
Шкіра, гума	0,5 – 1	1	2 – 3
Каміння	0,5 – 1	1	1 – 3
Пластмаса	3 – 4	3 – 6	3 – 4
Інше	1 – 2	3 – 4	1 – 2
Відсів (< 15 мм)	5 – 7	6 – 8	4 – 6

За своїм складом тверді побутові відходи відрізняються і за фракціями крупності (табл. 4.2)

Таблиця 4.2 – Склад ТПВ по фракціях (% від загальної маси)

Компоненти ТПВ	Вміст, % в ТБО складових з величиною фракцій, мм					Загальний вміст компонента, %
	350 – 250	250 – 150	150 – 100	100 – 50	50	
Папір	3 – 8	9 – 11	9 – 11	7 – 9	2 – 8	30 – 38
Харчові відходи	–	0 – 1	2 – 10	7 – 13	17 – 22	30 – 39
Метал	–	0 – 1	0,5 – 1	0,8 – 1,6	0,3 – 0,5	2 – 3
Дерево	0,5 – 1	0 – 0,5	0 – 0,5	0,5 – 1	0 – 0,5	1 – 2,5
Текстиль	0,2 – 1,3	1 – 1,5	0,5 – 1	0,3 – 1,8	0 – 0,5	3,5 – 4,5
Кістки	–	0,3 – 0,8	–	0,3 – 0,5	0,5 – 0,9	0,5 – 2
Скло	–	0 – 0,5	0,3 – 1	1 – 2	1,5 – 3	5 – 8
Шкіра, гума	–	0 – 1	0,5 – 2	0,5 – 1,5	0 – 0,3	1 – 5
Каміння	–	0 – 0,3	0,2 – 1	0,5 – 1,5	0,5 – 2	1 – 3
Пластмаса	0 – 0,2	0 – 1	0,2 – 0,5	0,2 – 0,5	0,2 – 0,5	1,5 – 2
Інше	–	0 – 0,5	0 – 0,3	0 – 0,4	0 – 1	2 – 4
Відсів (< 15 мм)	–	–	–	–	7 – 10	7 – 10
Всього:	4 – 10	11 – 15	18 – 22	20 – 30	30 – 40	≈ 100

Слід зазначити відмінність хімічного складу твердих побутових відходів для різних кліматичних зон країни (табл. 4.3) .

Таблиця 4.3 – Хімічний склад ТПВ в різних кліматичних зонах  
(% від сухої маси)

Показники	Кліматичні зони		
	північна	середня	південна
Органічна речовина	55 – 60	56 – 72	56 – 80
Зола	40 – 45	28 – 44	20 – 44
Загальний азот	1,2 – 1,6	0,9 – 1,9	1,2 – 2,7
Кальцій	2,1 – 4,8	2 – 3	4,5 – 5,7
Вуглець	28 – 30	30 – 35	28 – 39
Фосфор	0,4 – 0,5	0,5 – 0,8	0,5 – 0,8
Загальний калій	0,4 – 0,5	0,5 – 1	0,5 – 1,1
Сірка	0,2 – 0,3	0,2 – 0,3	0,2 – 0,3
Вологість, % загальної маси	43 – 48	40 – 50	40 – 70

Нижче наведені кількісні та вартісні показники корисних складових твердих побутових відходів, які можуть бути вилучені та утилізовані протягом одного року в Україні (табл. 4.4).



Таблиця 4.4 – Кількість та вартість корисних складових ТПВ в Україні, які можуть бути вилученні та утилізовані за один рік

Найменування складової частини ТПВ	Вміст в ТПВ, %	Кількість, т	Можливість утилізації	Орієнт. ціна, грн/т	Вартість, тис. грн	Примітка
Папір, картон	24 – 35	5872500,0	++	700,0	4110750,00	Потребує пакетування
Пластмаса та плівка	3 – 8	797500,0	++	600,0	478500,00	Потребує пакетування
Харчові відходи	32 – 49	5872500,0	+	200,0	1174500,00	Можлива переробка на біогаз та добрива
Текстиль	3 – 6	652500,0	+	500,0	326250,00	Потребує пакетування
Чорні метали	2 – 4	435000,0	++	1800,0	783000,00	Потребує пакетування
Кольорові метали	0,3 – 0,6	65250,0	+	7400,0	482850,00	Потребує пакетування
Скло	2 – 6	580000,0	++	100	58000,00	—
Кості	1 – 2	217500,0	+	—	—	—
Фаянс, будівельні відходи, каміння	0,5 – 3	253750,0	+	—	—	—
Шкіра, гума	0,5 – 3	253750,0	+	—	—	Потребує пакетування
Дерево	1 – 5	435000,0	+	—	—	—
Усього		14 275 250,0			7 413 850,00	

#### 4.1.2 Створення експериментальних установок для переробки твердих побутових відходів

На першому етапі були створені експериментальні зразки самохідних установок для вилучення чорних і кольорових металів з ТПВ в умовах сміттєзвалищ.

Базою для першої установки був використаний снігонавантажувач з роторним огорожним органом, випробування якого показали принципову можливість вилучення металів (рис. 4.1), але основним недоліком цієї конструкції було забивання матеріалу в частинах огорожного органа, що обертається.



Рисунок 4.1 – Установка для вилучення металів з ТПВ на базі снігонавантажувача

Другий варіант установки був створений на базі снігонавантажувача з лаповим огорожним органом (рис. 4.2), який збільшив час роботи без забивання огорожного органа.

Випробування самохідної установки з лаповим огорожним органом показали дещо кращі результати, а недоліки установки були усунені в третьому варіанті автономної пересувної установки на базі автомобільного причепа (рис. 4. 3).

Для цієї пересувної установки були розроблені спеціальні конструкції магнітного залізовідокремлювача на постійних магнітах для вилучення чорних металів і електродинамічного сепаратора з магнітним полем підвищеної частоти, а також аеродинамічний сепаратор для вилучення легкої фракції – переважно паперу і поліхлорвінілової плівки (ПХВ).



Рисунок 4.2 – Установа для вилучення металів з ТПВ на базі снігонавантажувача з лаповим огорожним органом

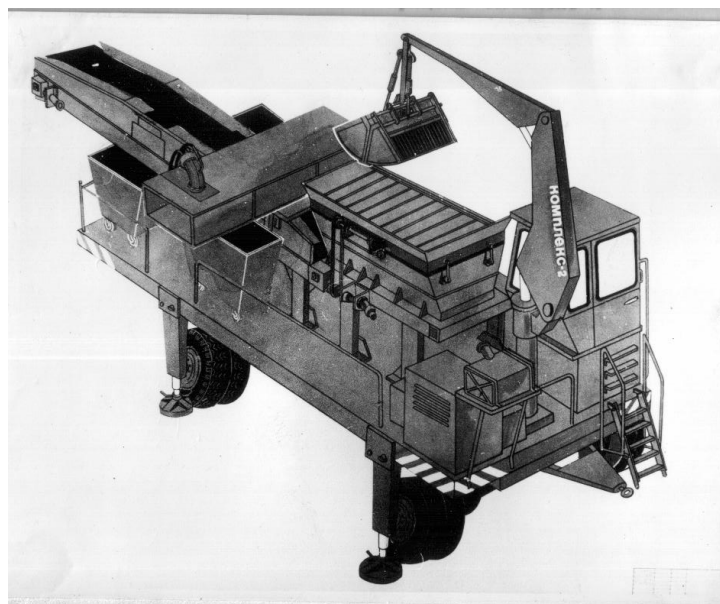


Рисунок 4.3 – Автономна пересувна установа для вилучення металів з ТПВ на базі автомобільного причепа

Особливість конструкцій цих пристроїв полягала в різкому зниженні їхньої ваги по відношенню до існуючих, оскільки їх необхідно було встановлювати на автомобільному причепі, тобто існувало обмеження по масі навісного устаткування.

Наступним етапом було виготовлення автономної, пересувної установки і випробування в польових умовах звалищ ТПВ. В результаті випробувань було встановлено: продуктивність – 2 – 5 т/год, вилучення чорних металів – 75 – 85%, вилучення кольорових металів – 65 – 75%.

В даний час актуальність створення аналогічних установок для малих міст значно зросла, оскільки місця звалищ ТПВ часто мають стихійний характер і їх кількісний облік відсутній. Враховуючи зміну морфологічного складу і характеру ТПВ за останні 10 – 20 років і збільшення вмісту в ньому пластмас до 10% для створення сучасної автономної пересувної установки для вилучення корисних компонентів з ТПВ в польових умовах звалищ або напівстаціонарних умовах сміттєперевантажувальних станцій з сортуванням необхідне наступне додаткове нестандартне обладнання для установки:

- 1) пристрій для розриву пластикових мішків;
- 2) легкий грохот для розсівання ТПВ на класи крупності +300 мм, –300 мм, +50 мм, –50 мм;
- 3) аеродинамічний сепаратор для вилучення легкої фракції;
- 4) балістичний сепаратор для відділення важкої фракції;
- 5) електродинамічний сепаратор для вилучення кольорових металів з ТПВ на постійних магнітах.

Це обладнання може бути змонтоване на одному – двох причепах (напівпричепах) і повинне мати автономне електроживлення або від мережі напругою 380 В (220 В) з частотою 50 Гц (400 Гц).

Очікувані технічні параметри для експериментального зразка автономної, пересувної установки для вилучення корисних компонентів з ТПВ:

– продуктивність по ТПВ	2 т/год
– вилучення чорних металів	75 – 85 %
– вилучення кольорових металів	65 – 75 %
– вилучення легкої фракції (папір, пластик)	55 – 65 %
– вилучення важкої фракції (скло, каміння)	55 – 65 %

Додаткове обладнання, яке необхідне для експлуатації установки:

- 1) навантажувач з грейферним і робочим органом крана для завантаження ТПВ у бункер і завантаження корисних компонентів у транспортний засіб;
- 2) дизельна електростанція потужністю 15 – 20 кВт для забезпечення електроживлення у польових умовах;
- 3) приймальні бункери або пластикові ємкості для прийому корисних компонентів;
- 4) пакет-прес для компактування поліетиленових пляшок, чорних і кольорових металів, макулатури, ПХВ – плівки.

4.2 Вихідні дані для проектування технологічних ліній переробки скляних відходів

Переробка побутових скляних відходів скляного бою пляшок, склянок та інших виконується шляхом їх сортування, дроблення до крупності 20 мм із використанням щоккових, валкових або роторних дробарок (рис. 4.4), а також класифікації на грохотах.

Експлуатація діючих технологічних ліній в останні роки мала свої труднощі. Основні причини низької ефективності переробки побутових скляних відходів на діючих технологічних лініях – це вміст у відходах фрагментів пляшок із пластиковими корками, алюмінієвими ковпачками та резиновими корками, а також фрагментів скла з наклеєними пластиковими етикетками.

Діюче обладнання не дозволяє вилучати скло із таких матеріалів, тому на підприємствах, які займаються переробкою скляних побутових відходів, накопичилась значна кількість скла із високим вмістом пластика, алюмінію та резини.

У рамках діючої тематики було вивчено структуру таких відходів. Запропонований та реалізований метод їх переробки, який дозволяє вилучати скло, пластик та резину і металеві ковпачки в окремі продукти, які, в тій чи іншій мірі, знаходять споживачів.

Для переробки таких відходів запропоновано використовувати роторні дробарки із швидкістю руху ротора у 40 – 50 м/с, високочастотні грохоти, магнітні барабанні сепаратори, а також електродинамічні сепаратори для вилучення алюмінієвих частинок. Процеси подрібнення є найбільш енергоємними процесами у загальній схемі збагачення. У схемах переробки скляних відходів запропоновано використання в основному валкових та роторних дробарок.

#### 4.2.1 Опис технологічної схеми

При переробці скляних відходів початкова сировина направляється до завантажувального бункера, а далі матеріал поступає на першу стадію дроблення – до валкової дробарки ДГВ 550 (рис. 4.4). Матеріал після дроблення направляється далі на стадію промивки – на промивні барабани, де сировина підлягає очищенню і видаленню забруднюючих речовин. Після промивки матеріал спочатку направляється на першу стадію класифікації – на вібраційний грохот з розміром отворів 20 мм. Фракція крупністю +20 мм подається на роторну дробарку, а фракція крупності –20 мм надходить на стадію магнітної сепарації – на барабанний магнітний сепаратор. У магнітній фракції сепаратора зосереджуються металеві кришки та ковпачки, а немагнітна фракція представляє собою очищену вторинну скляну продукцію для подальшого використання. Після роторної дробарки дроблений матеріал подається на другу стадію класифікації – на вібраційний грохот з розмірами отворів просіюючої поверхні 20 мм. У фракції крупності +20 мм виділяється пластик, корки та гумові фрагменти, які у подальшому потребують окремої переробки цієї фракції.

Фракція крупністю +20 мм після грохота об'єднується з немагнітною фракцією магнітного сепаратора і складається як вторинна скляна продукція. Таким чином, технологічна схема передбачає отримання вторинного скляного концентрату і побічного продукту у вигляді алюмінієвих пробок, корок та гумових фрагментів, які потребують подальшої переробки.

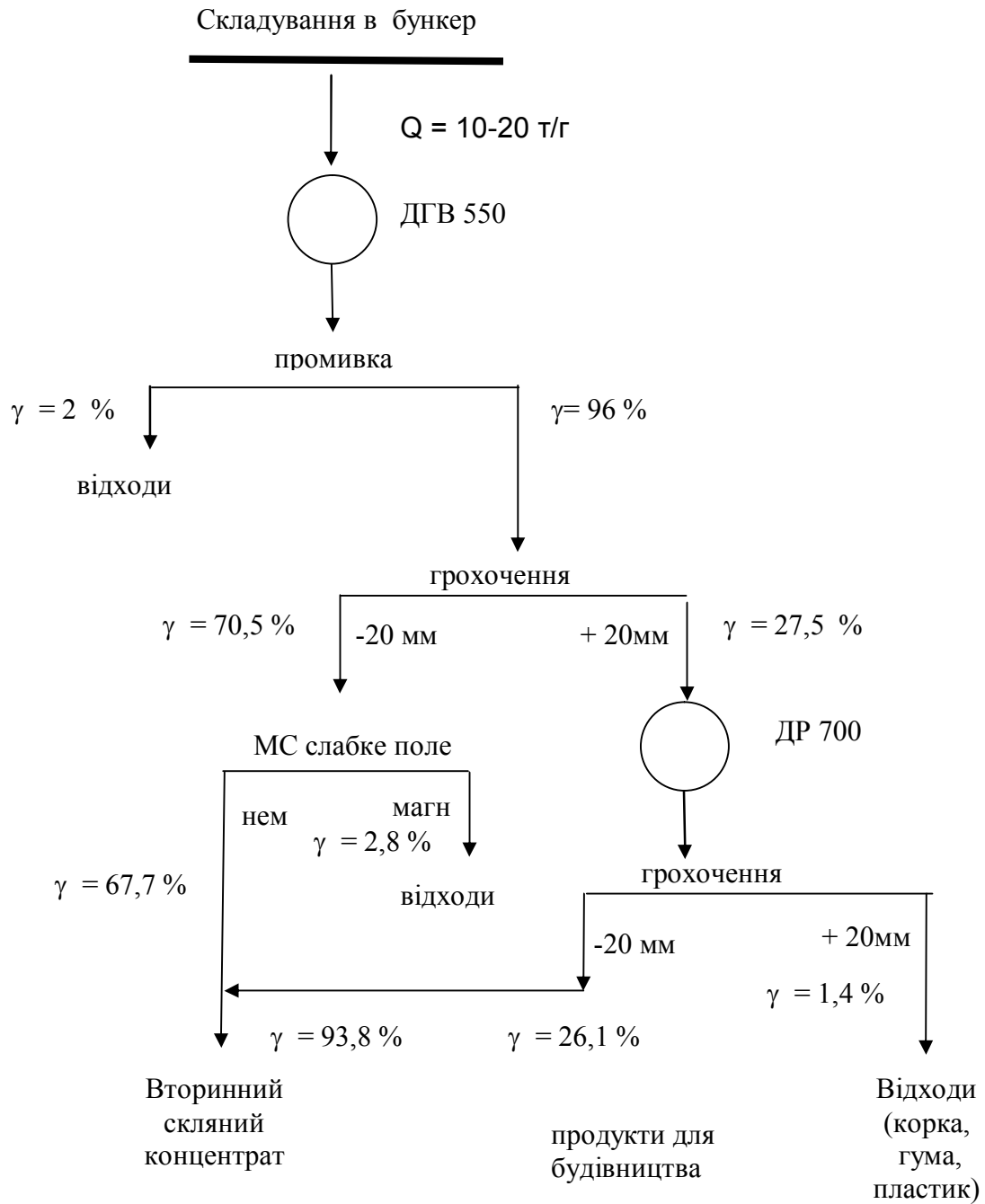


Рисунок 4.4 – Технологічна схема переробки скляних відходів

#### 4.2.2 Норми споживання основних видів сировини, матеріалів та енергоресурсів

Норми витрат сировини, енергоресурсів наведені у табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Норми витрат сировини та енергоресурсів

№ п/п	Найменування сировини, матеріалів та енергоресурсів	Од. виміру	Норми витрат на 1 т готового продукту
1	Скляні відходи	т	10 – 20
2	Електроенергія	кВт/год	2,7 – 5,5

#### 4.2.3 Норми утворення відходів

Норми утворення відходів на виробництво 1 т готового продукту наведені у табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Норми утворення відходів на виробництво 1 т готового продукту

№	Найменування відходів, характеристика, склад, апарат або стадія утворення	Напрямок використання, метод очистки або знежкодження	Норми утворення відходів
1	Відходи після II стадії грохочення (пластик, корки ,гума)	Потребують подальшої переробки	0,1 – 0,25 т/год

#### 4.2.4. Норми технологічного режиму

Норми технологічного режиму лінії переробки скляних відходів наведені у табл. 4.7.



Таблиця 4.7 – Норми технологічного режиму лінії переробки скляних відходів

№	Найменування стадії	Найменування технологічних показників	Показники
1	Завантаження вихідного живлення	продуктивність мінім., т/год максимальна крупність матеріалу живлення, мм	15 – 20  150
2	1 стадія дроблення	продуктивність, т/год максимальний розмір живлення, мм	15 – 20 150
3	промивка	кількість води, м <sup>3</sup> /год кількість промивних барабанів, шт.	до 2,5 2
4	1 стадія грохочення	продуктивність, т/год кількість ярусів розміри отворів просіюючих поверхонь, мм	10 – 14 1 20
5	2 стадія дроблення	продуктивність, т/год кількість ярусів максимальний розмір живлення, мм	10 – 12 1 1,5
6	1 стадія магнітної сепарації	продуктивність, т/год напруженість магнітного поля, Тл	5 – 6,5 0,5 – 0,65
7	2 стадія грохочення	продуктивність, т/год кількість ярусів розміри отворів просіюючих поверхонь, мм	10 – 14 1 5

## 4.2.5. Специфікація на основне технологічне обладнання

Специфікація на основне технологічне обладнання наведена у табл. 4.8.

Таблиця 4.8 – Специфікація на основне технологічне обладнання технологічної лінії переробки скляних відходів

Позиція	Найменування обладнання	Параметри	Кількість
1	2	4	1
1	Валкова дробарка ДГВ 400	продуктивність, т/год – 10 – 14 потужність приводу, кВт – 2x5 діаметр валків, м – 400 довжина валків, м – 500 маса, кг – 1200	1
2	Промивка	діаметр барабана, мм – 1200 довжина барабана, мм – 2350 кількість води, м <sup>3</sup> /год – 2 – 2,5 потужність приводу, кВт – 4	2
3	Вібраційний грохот	продуктивність, т/год – 10 – 14 потужність приводу, кВт – 3 кількість ярусів – 1 розміри просіюючої поверхні, мм – 1200x1800 розміри отворів просіюючої поверхні, мм – 20 маса, кг – 750	1
4	Магнітний сепаратор ПБСУ 100/25	продуктивність, т/год – 5 – 6,5 потужність приводу, кВт – 0,75 магнітна індукція, Тл – до 0,7 габаритні розміри, мм: довжина – 1450 ширина – 1200 висота – 1540 маса, кг – 850	1

1	2	3	4
5	Дробарка роторна ДР 700	продуктивність, т/год – 10 – 12 потужність приводу, кВт – 22 діаметр ротору, мм – 700 габаритні розміри, мм: довжина – 1820 ширина – 1456 висота – 1580 маса, кг – 2200	
6	Вібраційний грохот	продуктивність, т/год – 10 – 12 потужність приводу, кВт – 2,2 кількість ярусів – 1 розміри просіюючої поверхні, мм – 1200x1800 розміри отворів просіюючої поверхні, мм – 20 маса, кг – 750	1

## ВИСНОВКИ

1. Розроблені вихідні дані для проектування технологічних ліній переробки та збагачення шлаків феросплавного виробництва сухими та мокрими методами, визначені норми технологічного режиму як на підготовчих стадіях переробки, так і на основних та допоміжних стадіях збагачення та отримання кінцевої продукції; варіанти технологічних ліній передбачають продуктивність по початковій сировині у межах від 2 до 30 т/год.

2. Наведені конструктивні та технологічні параметри обладнання технологічних ліній для огрудкування вугільних шлаків з використання установки огрудкування продуктивністю – 5 т/год; сушіння огрудкованого продукту на складі готової продукції поза сушільною камерою більш економічне та менш енергоємне, при цьому поліпшується якість готової продукції, однак збільшується час сушіння.

3. Впровадження установки для огрудкування дозволить вирішити екологічну проблему очищення цілих регіонів, в яких накопичені величезні техногенні родовища відходів, а також утилізації відходів поточних виробництв; переробка й утилізація відходів, і використання їх у вигляді дешевої сировини для енергетичного виробництва дасть значне зниження витрат на паливо, підвищить якість і конкурентоспроможність та знизить собівартість готової продукції.

4. Обґрунтовані технічні параметри обладнання і технологічні показники схеми збагачення для проектування технологічних ліній з переробки відходів комплексних титано-цирконієвих руд з використанням, зокрема: бар'єрного сепаратора БСТ 8 "Туркеніч" з продуктивністю 4,5 т/год, який дозволяє отримувати стабільно високі показники якості магнітного продукту (ільменітовий концентрат); роликового сепаратора БРСТ – 92/670 з електричним зніманням магнітного продукту (питома навантаження – 3 т/год на погоний метр) в операції доочищення циркону, що дозволяє вилучати дуже слабomagнітні мінерали за рахунок високої (до 2 Тл) індукції на робочій поверхні ролика; сушильної установки "Смерч"™, яка підвищить ефективність сушіння при скороченні споживання енергоносіїв приблизно в 2 рази та ін.

5. Залучення до переробки поточних та відвальних відходів Вільногорського гірничо-металургійного комбінату дозволить додатково отримувати в середньому в місяць: 1300 тон ільменитового, 360 тон рутилового та 80 тон цирконієвого концентратів.

6. Розроблені вихідні дані для проектування технологічних ліній для переробки твердих побутових відходів з використанням вібраційного грохоту, магнітного сепаратора на постійних магнітах, електродинамічного та балістичного сепараторів; запропоновано фракцію матеріалу крупністю менш – 50 мм на кінцевих операціях переробки направляти на повторні стадії магнітної та електродинамічної сепарації для вилучення відпрацьованих гальванічних елементів та інших дрібних металевих предметів.

7. До складу технологічних ліній з переробки будівельних та скляних відходів запропоноване таке обладнання (в основному вітчизняного виробництва): нестандартні потужні дробарки, що адаптовані для дроблення будівельних відходів, гладковалкові дробарки для скляних відходів, класифікаційне обладнання, магнітні сепаратори та залізовідокремлювачі з підвищеним рівнем магнітної індукції.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Russel A. Magnetic separation. An ever more exacting science/ A.Russel// Industrial Minerals.– 1992.– С. 38 – 54.
2. Горб А. В. Разработка и исследование импульсного электродинамического сепаратора/ А. В. Горб, В. Н. Лапицкий// Межотраслевой научно-технический сборник «Технология». – 1989. – № 2. – С. 51 – 59.
3. Майстренко О. Ф. Бетоны с использованием заполнителей на основе продуктов сжигания твердых бытовых отходов: Дис. канд. техн. наук/ О. Ф Майстренко. – Одесса, 2001. – 166 с.
4. Крайнюк Е.В. Экологические аспекты использования шлака мусоросжигательного завода при производстве строительных материалов/ О Е. В. Крайнюк, А. Г. Ольгинский// Вісник СумДУ. – 2002. – №9(42). – С. 149-152
5. Справочник химика. Т.1.: справочник.– М.-Л., 1962
6. Svoboda J. Magnetic Methods for the Treatment of Minerals/ J.Svoboda. – Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V., 1987. – 690 с.
7. Обзор источников литературы по брикетированию [Информационный ресурс] / Режим доступа: [http: // engine.aviaport.ru](http://engine.aviaport.ru). Загл. с экрана.
8. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии: вчера, сегодня, завтра [Информационный ресурс] / Режим доступа: [http: // www.duma.gov.ru/cnature/](http://www.duma.gov.ru/cnature/). Загл. с экрана.
9. Основы технологии производства топливных гранул [Информационный ресурс]/ ООО “ТЕКО–лтд”.– Режим доступа: [http: // teco.karelia.ru](http://teco.karelia.ru). Загл. с экрана.

ДОДАТОК А  
Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Державний вищий навчальний заклад  
"Національний гірничий університет"  
(Державний ВНЗ "НГУ")

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор з наукової роботи

\_\_\_\_\_ О.С. Бешта

"\_\_" \_\_\_\_\_ 2012р.

**ЗВІТ**

про патентні дослідження

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБЛАДНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ  
ЛІНІЙ ПЕРЕРОБКИ ПРОМИСЛОВИХ ТА ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ  
ВІДХОДІВ З ОТРИМАННЯМ ПРОДУКТІВ ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО  
ВИКОРИСТАННЯ**

Тема ГП – 447

Начальник НДЧ,  
канд. техн. наук

Р.Дичковський

Зав. каф. ЗКК,  
науковий керівник НДР,  
д-р техн. наук, проф.

П. Пілов

Зав. патентно-ліцензійного відділу

О. Філонова

Нормоконтроль

Л. Шломіна

2012

## СПИСОК АВТОРІВ

Науковий співробітник

Н.Г. Кабакова  
(форми Г 1.1,  
Г 1.4, Г 1.5,  
Г 2.4, висновки)

Науковий співробітник

В.Ю.Шутов  
(форми Г 1.1,  
Г 1.2, Г 1.4, Г 1.5, Г  
2.4, висновки)



## ЗАГАЛЬНІ ДАНІ ПРО ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

Організація – виконавець розробки: Державний вищий навчальний заклад "Національний гірничий університет"

Початок розробки – 2011 р., січень.

Закінчення розробки – 2012 р., грудень.

Об'єкт дослідження – обладнання технологічних ліній переробки промислових та твердих побутових відходів.

Область застосування – нові і удосконалені існуючі технологічні схеми переробки мінеральної сировини, а також комплекси з утилізації техногенних родовищ.

Робота передбачає отримання вихідних даних для проектування технологічних ліній та модулів для переробки та збагачення промислових та твердих побутових відходів, режимних та конструктивних параметрів обладнання технологічних ліній з використанням новітнього технологічного обладнання для розширення сировинної бази отримання рудних концентратів за рахунок залучення до переробки відходів збагачення комплексних титано-цирконієвих розсипів, для отримання твердого палива на основі бурого вугілля, збагачених кам'яновугільних шламів, переробки та збагачення шлаків феросплавного виробництва, органічної складової твердих побутових та скляних відходів.

## ДОВІДКА ПРО ПОШУК № 1

Завдання на проведення патентних досліджень №1 від 19.01.2011

ОГД: обладнання технологічних ліній для переробки та збагачення вугільних відходів з отриманням продуктів для подальшого використання

Початок пошуку 20.01.2011 Закінчення пошуку 05.06.2012

Таблиця В.1 Джерела інформації, використані під час проведення пошуку

Предмет пошуку (ОГД)	Держава пошуку	Класифікаційні індекси	Інформаційна база, використана під час пошуку	Бібліографічні дані першого та останнього за хронологією джерела інформації	
				Патентна інформація	Інша науково-технічна інформація
1	2	3	4	5	6
Обладнання технологічних ліній для переробки та збагачення вугільних відходів з отриманням продуктів для подальшого використання	Україна	МПК B03B, B09B 1/00-5/06, C04B 18/04, C10L 5/48, B03B 7/00;	Офіційний бюлетень державного департаменту інтелектуальної власності «Промислова власність», 2001 – 2011. Матеріали сайту Федеральної служби по інтелектуальній собственим патентам и товарным знакам, 2009-2011	№1 2001 – №4 2012	Збірник «Збагачення корисних копалин» №1 (42) 1998 №50(91) 2012
	Росія				

Зав. каф. ЗКК, наук. керів. НДР, проф.

П.І. Пілов

Керівник ПЛВ

О.О. Філонова

## ДОВІДКА ПРО ПОШУК № 2

Завдання на проведення патентних досліджень №1 від 19.01.2011

ОГД: обладнання для переробки промислових відходів (шлаків феросплавного виробництва та скляних відходів)

Початок пошуку 20.01.2011 Закінчення пошуку 21.09.2012

Таблиця В.2 Джерела інформації, які використані під час проведення пошуку

Предмет пошуку (ОГД)	Держава пошуку	Класифікаційні індекси	Інформаційна база, використана під час пошуку	Бібліографічні дані першого та останнього за хронологією джерела інформації	
				Патентна інформація	Інша науково-технічна інформація
1	2	3	4	5	6
Технологічні лінії та обладнання для переробки промислових відходів (шлаків феросплавного виробництва і скляних відходів)	Україна	МПК B03C 1/00-1/035 УДК 621.926 622.7; 662.78; 622.731	Офіційний бюлетень державного департаменту інтелектуальної власності «Промислова власність», 1999 – 2012 рр.	№1 1999 – №6 2011 р.	Збірник «Збагачення корисних копалин» №13 (54) –49 (90)

### В.2 Висновки про виконання регламенту пошуку

Пошук виконаний згідно регламенту.

Зав. каф. ЗКК, наук. керів. НДР

проф. П.І. Пілов

Керівник ПЛВ

О.О. Філонова

## Форма Г.1.1 Патентна документація, відібрана для подальшого аналізу

ОГД, його складові частини	Документи на об'єкти промислової власності	
	Бібліографічні дані	Відомості щодо його діяльності
1	2	3
1. Обладнання технологічних ліній для переробки та збагачення вугільних відходів з отриманням продуктів для подальшого використання	53346A (51) C04B26/00 15.01.2003 2002043690 (22) 30.04.2002 Момотов Ю.Л. СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ	Діє
	a200712549 C10L5/40 12.05.2009 Гриценко В.Т., Чехов А.В., Ситченко Є.І. Інститут олійних культур Української академії аграрних наук СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ ПАЛИВНИХ БРИКЕТІВ З ОЛІЙНОЇ СИРОВИНИ патент 87579	Не діє
2. Технологічні лінії та обладнання для переробки промислових відходів (шлаків феросплавного виробництва та скляних відходів)	69792 A B03C 1\10 15.09.2004 Безверхий С.В., Капленко Ю.П., Ломовцев Л.О. СПОСІБ СУХОГО МАГНІТНОГО ЗБАГАЧЕННЯ РУД ТА МАТЕРІАЛІВ	Діє
	48914 B03 B 7\00 15.08.2002 2002043391 23.04.2002 Мовчан та ін. СПОСІБ ЗБАГАЧЕННЯ ЗАЛІЗОВМІСНОЇ СИРОВИНИ	Діє

	<p>15495 В03 С 1\10 31.10.2005 200510250 17.07.2006 Мостика Ю.С. та ін. <b>СПОСІБ МАГНІТНОЇ СЕПАРАЦІЇ</b></p>	Діє
	<p>51596 В03С 1\08, 15.11.2002 2002086867 20.08.2002 Гілунг В.Ф. та ін. ТОВ “Укрекологія” <b>БАРАБАННИЙ МАГНІТНИЙ СЕПАРАТОР</b></p>	Діє
	<p>Патент России № 2377324 МПК С22В7/04 09.01.2008 2008100404/02 Карпов А.А., Филиппьев С.Н. Наумов Н.В., Васин Е.А. и др. Способ переработки метал- лургических шлаков и техно- логическая линия (варианты) для его осуществления</p>	Діє

## Форма Г.1.2 Інша науково-технічна документація, відібрана для подальшого аналізу

ОГД, його складові частини	Джерела інформації	Бібліографічні дані
1	2	3
<p>Технологічні схеми та обладнання для переробки промислових відходів (шлаків феросплавного виробництва та скляних відходів)</p>	<p>Trommel magnet\ Mining Equipment Dig., -2000, № 4, С.7</p> <p>Гірничий інформаційно-аналітичний бюллетень/Моск. держ. гірн. ун-т, -2000 р., № 1, С.55-59</p> <p>Матеріали міжнародної науково-технічної конференції “Наукові основи та практика розвідки і переробки руд та техногенної сировини”, -2003р., Вид-во УДГА, м. Катеринбург, С.43-47</p> <p>Наук.-техн. зб.: Збагачення корисних копалин.-2012.- Вип.48(89).- С.110-118</p> <p>Металургия, М., 1992.-606 с.</p> <p>Изд-во НМАУ, Дн-вск.2011.-598 с.</p> <p>Материалы 3-й Международной научн.-техн. конференции, г. Минск.2008г.-С.143-149</p> <p>Материалы 3-й Международной научн.-техн. конференции, г. Минск.2008.-С.60-64</p>	<p>Барабанний магніт компанії Eriez</p> <p>Кармазін В.І., Кармазін В.В., Замицький О.В. Розробка безперервного камерного магнітного сепаратору з сильним полем</p> <p>Ожогіна Є.Г., Рогожин А.А. Особливості технологій переробки низькоякісних руд кольорових, чорних металів та техногенної сировини</p> <p>П.И. Пилов, Ю.С. Мостыка, Л.З.Гребенюк, В.Ю.Шутов, М.И.Гасик и др. Исследование магнитной восприимчивости ферросиликомарганца и выбор метода магнитной сепарации отвального шлака с целью извлечения включений сплава</p> <p>Гасик М.И. Марганец</p> <p>В.С.Куцин, Б.Ф.Величко, Гасик М.И. Рудовосстановительные электропечи и технологии производства марганцевых ферросплавов</p> <p>А.А. Карпов, С.Н. Филиппев, Е.А. Васин, В.Б.Чижевский Применение центробежно-ударного дробильно-размольного оборудования при переработке конвертерных и доменных шлаков.</p> <p>Колодежная Е.В. Выбор и обоснование способа дезинтеграции металлургических шлаков</p>

Форма Г.1.4 Техніко-економічні показники ОГД та об'єктів аналогічного призначення

Найменування та одиниці виміру	Техніко-економічні показники			
	об'єкта за стандартом або технічними умовами	об'єкта-аналога (держава, фірма, організація, модель, рік освоєння)	ОГД	перспективного зразка
1	2	3	4	5
		[Способ брикетирования угля] Горная энциклопедия, Москва, изд-во «Советская энциклопедия», 1991, с. 285	Обладнання технологічних ліній для переробки та збагачення вугільних відходів з отриманням продуктів для подальшого використання	Обладнання технологічних ліній для переробки та збагачення вугільних відходів, що діє в умовах промислового виробництва.
Можливість роботи технологічних ліній для переробки та збагачення вугільних відходів в природних умовах		Відсутнє	Можлива переробка 95–98 % сировини (залежно від вологості)	Можлива переробка 95–98 % сировини
Енерговитрати на стадії сушіння		18–55% загальних енерговитрат	Відсутнє	Відсутнє
		Способ переработки металлург. шлаков и технологическая линия (варианты) для его осуществления ( Патент России №2377324 МПК С22В7/04 ) ОАО «Чусовской металлург. завод»	Технологічні лінії та обладнання для переробки промислових відходів (шлаків феросплавн. виробництва і скляних відходів) з отриманням продуктів для подальшого використання	Обладнання технологічних ліній та модулів для переробки та збагачення ферошлаків та скляних відходів, яке призначене до застосування у багатотоннажних промислових виробництвах

Параметри технологічної лінії з переробки ферошлаків					
Вміст металевої фази у концентраті		87- 92	87,5-96	87,5-97,5	
Індукція магнітного поля на поверхні барабану, Тл		0,45- 0,65	0,65-0,7	0,65-0,75	
Можливість збагачення дуже дрібних фракцій феросплавн. шлаків		Відсутнє	Збагачення фракції 0,1-0,25 мм	Збагачення фракції 0,09-0,25 мм	



Форма Г.1.5 Аналіз новизни, винахідницького рівня та промислової придатності  
ОГД

ОГД, його складові частини		Прототип		Очікуваний результат	Можливості використання у промисловості або іншій сфері діяльності	Номер поданої заявки, дата подачі заявки
Назва	Сукупність ознак	Бібліографічні дані	Сукупність ознак			
1	2	3	4	5	6	7
Обладнання технологічних ліній для переробки та збагачення вугільних відходів з отриманням продуктів для подальшого використання	1.Спосіб згрудкування мінеральної сировини, що включає змішування її із зв'язуючим, що твердіє, який відрізняється тим, що як сировину вибирають лігніти при його природної вологості, а змішування ведуть зі зв'язуючим на основі негашеного вапна на повітрі до одержання однорідний пастоподібної маси й у такому стані суміш піддають формуванню. 2. Шихта на основі бурого вугілля, яка містить зв'язуючи, що твердіє, яка відрізняється тим, що як зв'язуючи вона містить негашеного вапно з рідким склом з таким співвідношенням компонентів, мас. %: лігніт 90-98 негаш. вап. 5-1 рід. скло 5-1	Способ окомкования минерального сырья и шихта на основе бурого угля. Горная энциклопедия, Москва, изд-во «Советская энциклопедия», 1991, с. 285	Способ брикетирования угля, включающий сушку, смешивание со связующим, которое затвердевает, в паровом смесителе при $t^{\circ}=100-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ , охлаждение на $20^{\circ}\text{C}$ , прессование под давлением, охлаждение готового продукта. Шихта на основе бурого угля и связующего, которое затвердевает	Отримання режимних та конструктивних параметрів обладнання технологічних ліній для одержання твердого палива на основі бурого вугілля, збагачених кам'яновугільних шлаків і органічної складової твердих побутових відходів	При розробці технологічних схем переробки мінеральної сировини та відходів, створенні комплексів по утилізації техногенних родовищ. При проектуванні обладнання і технологій переробки сировини гірничозбагачувальних комбінатів та переробки відходів металургійних підприємств	200009534 від 15.09.2000 патент України №38747А від 15.03.2005

Технологічні лінії та обладнання для переробки промисл. відходів (шлаків феросплавного виробництва, скляних відходів)	застосування процесів селективн. одрібнення матеріалу та сепараторів з підвищеними магнітними х-ками	Спосіб переробки металург. шлаков и технологическая линия (вариан-ты) для его осуществления ( Патент России №2377324 МПК C22B7/04 ) ОАО «Чусовской металлург. завод»	-процес селек. подрібнення відсутній	Отримання режимних та конструктивних параметрів обладнання технологічних ліній для одержання феросплавн. концентратів	Металург. промисл-ть, виробництво феросплавів	(21) 200510211
Барабанн. магнітн. сепаратор для переробки промисл. відходів (шлаків фероспл. виробництва, скляних відходів)	Патент України № 32106 (магнітна індукція сепаратора на рівні 0,65 Тл)	Барабанний магніт компанії Eriez, Trommel magnet\\ Mining Equipment Dig., -2000, № 4, С.7	- магнітна індукція до 0,62 Тл	Вміст металевої фази у концентраті на рівні 87,5-96%	Патент України № 32106 від 12.05.2008	

Форма Г.2.4 Аналіз можливості застосування в ОГД відомих об'єктів промислової власності

ОГД, його складові частини	Документи на об'єкти промислової власності (бібліографічні дані)	Суть об'єкта промислової власності	Очікуваний результат від застосування
1	2	3	4
Обладнання технологічних ліній для переробки та збагачення вугільних відходів з отриманням продуктів для подальшого використання.	Патент України №38747 7С10L5/12, 5/14 від 15.03.2005 Пілов П.І., Бондаренко В.І. та ін.	Спосіб згрудкування мінеральної сировини, що включає змішування її із зв'язуючим, що твердіє, який відрізняється тим, що як сировину вибирають лігніт при його природній вологості, а змішування ведуть зі зв'язуючим на основі негашеної вапна на повітрі до одержання однорідний пастоподібної маси й у такому стані суміш піддають формуванню. Шихта на основі бурого вугілля, яка містить зв'язуючи, що твердіє, яка відрізняється тим, що як зв'язуючи вона містить негашене вапно з рідким склом з таким співвідношенням компонентів, мас. % лігніт 90-98 негаш. вап. 5-1 рід. скло 5-1	Отримання твердого палива при застосуванні комплексної технології на основі глибокого збагачення та огрудкування бурого вугілля, кам'яновугільних шламів
	Патент України №65923А 7С10L5/12, від 15.04.2004 Пілов П.І., Бондаренко В.І. та ін.	Спосіб згрудкування твердого палива органічного походження, що включає змішування дрібного палива із зв'язуючим з отверджувачем, формування шихти, який відрізняється тим, що змішування ведуть із зв'язуючим на основі тонко дисперсної фракції органічного походження до одержання в'язкопластичного стану шихти і у такому стані шихту піддають формуванню Шихта, що включає дрібне паливо органічного походження, зв'язуюче із отверджувачем, яка відрізняється тим, що як дрібне паливо має зернисту фракцію кам'яного вугілля, а як зв'язуюче містить тонко дисперсну фракцію органічного походження – буре вугілля або мулисту фракцію кам'яного вугілля, з таким співвідношенням компонентів, мас. %: зерниста фракція кам'яного вугілля 30-50; тонко дисперсна фракція органічного походження (буре вугілля або мулиста фракція кам'яного вугілля) 54,5-69,2; отверджувач (гашене або негашене вапно, цемент) 0,8-2,2	Отримання твердого палива при застосуванні комплексної технології на основі глибокого збагачення та огрудкування бурого вугілля, кам'яновугільних шламів

Технологічні лінії та обладнання для переробки промислових відходів (шлаків феросплавного виробництва та скляних відходів)	(11) 15493 (51)B03 C 1\10 (22) 17.07. 2005 (72) Мостика Ю.С., Шутов В.Ю., Соседка В.Л., Мостика А.Ю,	Спосіб магнітної сепарації, який включає подачу первинного матеріалу на поверхню обертового барабану сепаратора, переміщення первинного матеріалу в сталому магнітному полі обертовим барабаном, відділення немагнітних частинок барабаном до місця вивантаження, який відрізняється тим, що барабан сепаратора обертають з пульсацією частоти обертання.	Підвищення ступіню вилучення корисних компонентів з металургійних шлаків
вібраційний збуджувач  магнітний валковий сепаратор	(11) 40321 (51)B03 C 1\10 (22) 10.04. 2009 (72) Мостика Ю.С., Шутов В.Ю., Савлук С.В., Мостика А.Ю  (11) 31671 (51)B03 C 1\00 (22) 05.06. 2007 (72) Мостика Ю.С., Шутов В.Ю., Мостика А.Ю	1. Вібраційний збуджувач, який містить два паралельних привідних вали, що встановлені в підшипниках в корпусі і мають дебаланси, який відрізняється тим, що корпус виконаний з знімних двох втулок, верхньої і нижньої частин з гніздами, які охоплюють втулки і скріплені шпильками, при цьому в кожній втулці встановлені підшипники, в яких розміщений один з привідних валів. 2. Вібраційний збуджувач за п. 1., який відрізняється тим, що верхня і нижня частини корпусу виконані з ребрами, а гнізда виконані на ребрах.  Магнітний валковий сепаратор, що містить живильник, приймачі немагнітних і магнітних часток, обертовий валок з виступами і западинами на зовнішній поверхні, блок намагнічування, який має полюсний наконечник, що встановлений з проміжком відносно валка, який відрізняється тим, що блок намагнічування обладнаний постійними магнітами, що примикають однаковим полюсом до полюсного наконечнику з боку, який протилежний від його поверхні, що обернена до валка, при цьому протилежні полюси магнітів приєднані до магнітопроводу, а сумарна площа зіткнення магнітів з полюсним наконечником не менше площі полюсного наконечника, що обернена до валка. 2. Магнітний валковий сепаратор за п. 1, який відрізняється тим, що на полюсному	Підвищення ефективності грохочення промислових відходів до 82 %  Застосування екологічно-безпечних технологій переробки та збагачення техногенної сировини

		<p>наконечнику і магнітопроводі виконані канали для підведення охолоджувальної рідини.</p> <p>3. Магнітний валковий сепаратор за п.1, який відрізняється тим, що валок і блок намагнічування встановлені з можливістю регульованого змінення проміжку між валком і полюсним наконечником в радіальному напрямку валка.</p>	
Магнітний сепаратор	<p>(11) 32106 (51)B03 C 1\00 (22) 26.10. 2007 (72) Мостика Ю.С., Шутов В.Ю., Мостика А.Ю</p>	<p>Магнітний сепаратор., що містить обертовий немагнітний барабан з внутрішньою магнітною системою, бункер подачі первинного матеріалу, навантажувальне сковзало, що розташоване нижче бункера і обернене кінцем біля барабана вздовж напрямку обертання барабана, а з протилежного боку виконане з вертикальною стінкою, приймачі немагнітних і магнітних частинок, який відрізняється тим, що обладнаний проміжним похилим сковзало, яке своїм нижнім кінцем розташоване з проміжком відносно вертикальної стінки навантажувального сковзала і встановлене з можливістю регульовального зміщення , при цьому бункер подачі первинного матеріалу своїм випускним отвором розташований над проміжним похилим сковзало.</p> <p>2. Магнітний сепаратор за п.1 , який відрізняється тим, що проміжне похиле сковзало встановлене з можливістю регульовального вертикального зміщення за допомогою рамки , що розміщена в вертикальних напрямних і обладнана стопорами.</p>	<p>Підвищення ступінню вилучення металевих включень на підготовчих та кінцевих стадіях збагачення металургійних шлаків</p>

## ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник голови ради з наукового напрямку  
"Прогресивні технології видобутку і  
переробки корисних копалин"

\_\_\_\_\_ д-р техн. наук, професор,

В.І. Бондаренко

" \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2012 р.

## ДОВІДКА №1

про оцінку науково-технічного рівня результатів НДР

ГП – 447

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБЛАДНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ  
ПЕРЕРОБКИ ПРОМИСЛОВИХ ТА ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ З  
ОТРИМАННЯМ ПРОДУКТІВ ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО ВИКОРИСТАННЯ**

ОГД – Обладнання технологічних ліній для переробки та збагачення промислових та твердих побутових відходів.

## ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Найменування та одиниця виміру	Значення техніко-економічних показників	
	кращого аналога	розробленого об'єкту
Можливість роботи технологічних ліній для переробки та збагачення вугільних відходів в природних умовах	Відсутнє	95 – 98% (залежно від вологості)
Енерговитрати на стадії сушіння	18 – 55% загальних енерговитрат	Відсутнє

Патент України № 38747 7C10L5/12, 5/14 від 15. 03. 2005 р.  
«Спосіб згрудкування мінеральної сировини і шихти на основі бурого вугілля»  
Пілов П.І., Бондаренко В.І., Бугайов І.В. та ін.

Патент України №65923А 7C10L5/12 від 15.04.2004 р.  
«Спосіб згрудкування твердого палива органічного походження та шихти»

Пілов П.І. та ін.

Патент України №68251А 7В30В11/22, 11/24 від 15.07.2004 р.  
«Установка для брикетування матеріалів» Пілов П.І. та ін.

Відомості НОУ-ХАУ містять методику вибору технологічних параметрів.

#### ЗАГАЛЬНА ОЦІНКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ НДР

Науково технічний рівень результатів НДР перевищує рівень кращих аналогів,  
що відомі.

Керівник ПЛВ

Керівник НДР

О.О. Філонова

П.І. Пілов

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Проректор з наукової роботи  
член-кореспондент НАН України, проф.

О.С. Бешта

" \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2012 р.

ДОВІДКА № 2  
про оцінку науково-технічного рівня результатів НДР

ГП – 447

Обґрунтування параметрів обладнання технологічних ліній переробки промислових та твердих побутових відходів з отриманням продуктів для подальшого використання

ОГД – Технологічні лінії та обладнання для переробки промислових відходів  
( шлаків феросплавного виробництва )

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Найменування та одиниця виміру	Значення техніко-економічних показників	
	кращого аналога	розробленого об'єкту
Вміст металевої фази у концентраті	87- 92	87,5-96
Індукція магнітного поля на поверхні барабану, Тл	0,45- 0,65	0,65-0,7
Можливість збагачення дуже дрібних фракцій феросплавних шлаків	Відсутнє	Збагачення фракції 0,1-0,25 мм

Патент України № 15493 В03С 1/10 від 17.07.2006 р.  
«Спосіб магнітної сепарації» Мостика Ю.С. та ін.

Патент України № 31671 В03С 1/00 від 25.04.2008 р.  
«Магнітний валковий сепаратор» Мостика Ю.С. та ін.

Патент України № 32106 В03С 1/00 від 12.05.2008 р.  
«Магнітний сепаратор» Мостика Ю.С. та ін.

Патент України № 40321 В03С 1/00 від 10.04.2009 р.  
«Вібраційний збуджувач» Мостика Ю.С. , Савлук С.В. та ін.

Відомості НОУ-ХАУ містять нові технічні рішення щодо досягнення підвищених технологічних параметрів ліній та модулів з переробки та збагачення феросплавних шлаків , а саме послідовність виконання технологічних процесів, застосування сепараторів з сильними магнітними полями, селективність процесів



подрібнення і помелу вихідної сировини, використання процесу класифікації на удосконалених конструкціях вібраційних грохотів та спеціальних армованих гумових сит, що резонують, використання пневматичних сепараторів для збагачення дрібних класів і т. і.) .

#### ЗАГАЛЬНА ОЦІНКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ НДР

Науково технічний рівень результатів НДР перевищує рівень кращих аналогів, що відомі.

Керівник ПЛВ

О.О. Філонова

Керівник НДР

П.І. Пілов

## ВИСНОВКИ

У роботі доведено, що на основі винаходу за патентами України № 38747, №65923А, №68251А, № 32106 можуть бути розроблені нові ефективні технологічні лінії для переробки та збагачення вугільних відходів і вдосконалені існуючі технологічні схеми переробки бурого вугілля та кам'яновугільних шлаків. Це дозволить отримати нові менш дорогі та більш екологічно безпечні технології з виробництва альтернативних видів палива.

У роботі також доведено, що на основі винаходу за патентами України №15493, №31671А, №40321, №32106 можуть бути розроблені нові ефективні технологічні лінії та модулі для переробки та збагачення шлаків феросплавного виробництва та скляних відходів з використанням як сухих так і мокрих методів переробки. Це дозволило отримати вихідні дані для проектування і створення технологічних ліній та компактних модулів для переробки та збагачення техногенної сировини – металургійних шлаків та скляних відходів з отриманням кондиційних металевих концентратів та якісної вторинної скляної сировини.

Розроблені технічні рішення є патентноспроможними і на даному етапі НДР складають відомості НОУ-ХАУ.

Науково дослідна робота перевищує рівень аналогів, що відомі.

## ДОДАТОК А 1

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи  
О.С. Бешта

" 19 " січня 2011р.

**Завдання №1**

на проведення патентних досліджень

по темі ГП-447 "ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБЛАДНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ ПЕРЕРОБКИ ПРОМИСЛОВИХ ТА ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ З ОТРИМАННЯМ ПРОДУКТІВ ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО ВИКОРИСТАННЯ"

Етап: Обґрунтування параметрів обладнання для переробки та збагачення промислових та твердих побутових відходів

Мета патентних досліджень: патентні ситуації відносно об'єкту господарчої діяльності – обладнання технологічних ліній переробки промислових та твердих побутових відходів.

Таблиця А.1 Види робіт при проведенні патентних досліджень та виконавці:

Види робіт	Підрозділи -виконавці	Відповідальні виконавці (П.І.П.)	Строки виконання робіт	Звітний документ
1	2	3	4	5
1.Визначення патентоспроможності	Каф. ЗКК	Кабакова Н.Г. Шутов В.Ю.	I – II квартал 2011 р.	Довідка про пошук Форми Г 1.1, Г 1.2
1.1.Аналіз техніко-економічних показників			I – II квартал 2011 р.	Форма Г 1.4
1.2.Виявлення новизни та винахідницького рівня			I – II квартал 2012 р.	Форма Г 1.5
2.Визначення ситуації відносно використання прав на об'єкти промислової власності			III квартал 2012 р..	Г 2.4
3.Визначення науково-технічного рівня ОГД			III квартал 2012 р.	Довідка про НТР,звіт про патентні дослідження

Зав. каф. ЗКК,наук. керів. НДР, проф.

Керівник ПЛВ

П.І. Пілов

О.О. Філонова

## Додаток Б

✉ 49044, Україна, м. Дніпропетровськ, вул. Барикадна, 17

☎ (0562) 36-90-52, факс (0562) 36-90-65 E-mail: [ekopron@ukr.net](mailto:ekopron@ukr.net),

[www.ekopron.dnopr.net](http://www.ekopron.dnopr.net)

ЄДРПОУ 19319017, Інд.код платника ПДВ 193190104654

Свідоцтво 04418506 м. Дніпропетровськ, вул. Вакуленчука, 1/133

Р/р 26002050245009 у ПАТ КБ «Приватбанк», МФО 305299, г. Дніпропетровськ

Ф і р м а

Е К О П Р О Н - Ю Г

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ВКФ  
«Екопрон-Юг»

Меллер В.Я.

20 листопада 2012 р.

### Акт впровадження

результатів науково-дослідної роботи  
по обґрунтуванню параметрів технологічних ліній  
переробки промислових та твердих побутових відходів.

**Комісія у складі:** голова - головний інженер проектів Косьмін Д.В., та члени комісії- нач. технологічного відділу Кудрявцев В.І, нач. відділу Старченко В.П., головний спеціаліст Мещерякова Н.А. та співробітники ДВНЗ «Національний гірничий університет»: провідний наук. співробітник Мостика Ю.С., наук. співр. Шутов В.Ю., та інженер Ахметшина І.В. склали даний акт у тому, що ознайомившись з результатами досліджень та впровадженням варіантів технологічних ліній та модулів переробки шлаків феросплавного виробництва та переробки скляних відходів, які виконані в ДВНЗ «НГУ», проектна фірма «Екопрон-Юг», яка спеціалізується на проектуванні об'єктів екології, в тому числі по даній тематиці, буде використовувати ці розробки при проектуванні подібних технологій.


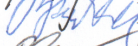
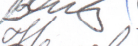
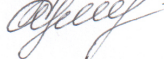
Слід зазначити, що розроблені ДВНЗ «НГУ» вихідні дані для проектування технологічних ліній переробки шлаків феросплавного виробництва передбачають як сухі, так і мокрі методи збагачення. Визначені норми технологічного режиму переробки та збагачення шлаків та скляних відходів, як на початкових підготовчих стадіях переробки, так і на основних та допоміжних стадіях збагачення та отримання кінцевої продукції (феросплави, чисте скло та ін.).

Варіанти технологічних ліній переробки ферошлаків передбачають продуктивність по початковій сировині у межах від 2 до 30 тон на годину при вмісті металевої фракції у концентратах на рівні 87-96%.


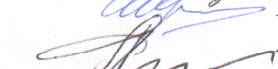

Є розробки і по переробці будівельних відходів, в яких також зацікавлена ВКФ «Екопрон-Юг».

Позитивно, що технологічні лінії та модулі в основному складаються з обладнання вітчизняного виробництва.

Від ВКФ «Екопрон-Юг»

  
Косьмін Д.В.  
  
Кудрявцев В.І.  
  
Старченко В.П.  
  
Мещерякова Н.А

Від ДВНЗ «НГУ»

  
Мостика Ю.С.  
  
Шутов В.Ю.  
  
Ахметшина І.В.

## Додаток В

ВИТЯГ З ПРОТОКОЛУ № 3  
засідання кафедри збагачення корисних копалин ДВНЗ "НГУ"

м. Дніпропетровськ

20 листопада 2012 р.

**ПРИСУТНІ:** зав. каф. Пілов П.І., професори: Младецький І.К., Полулях О.Д. Мостика Ю.С.; доценти: Кривошцьок В.І., Левченко К.А., Цибулько Л.О. Тюрю Ю.І., Березняк О.О., Анісімов М.Т., ст. н. с. Дементьєв В.В. та ін.

**СЛУХАЛИ:** повідомлення проф. П.І. Пілова, керівника теми ГП-447 "Обґрунтування параметрів обладнання технологічних ліній переробки промислових та твердих побутових відходів з отриманням продуктів для подальшого використання". Етап 2012р.: "Розробка вихідних даних для проектування технологічних ліній та модулів для переробки та збагачення промислових та твердих побутових відходів".

**Питання задали:** проф. Полулях О.Д. доц. Цибулько Л.О., доц. Анісімов М.Т.

**Виступили:** проф. Младецький І.К., доц. Кривошцьок В.І.

**УХВАЛИЛИ:**

1. Робота виконана у повному обсязі відповідно календарному плану і технічному завданню.

2. Робота відноситься до прикладних, має теоретичне та практичне значення і відповідає технічному рівню кращих вітчизняних та світових аналогів.

3. Отримано наступні наукові результати згідно тематики роботи:

– розроблені вихідні дані для проектування технологічних ліній переробки та збагачення шлаків феросплавного виробництва сухими та мокрими методами, визначені норми технологічного режиму як на підготовчих стадіях переробки, так і на основних та допоміжних стадіях збагачення та отримання кінцевої продукції; варіанти технологічних ліній передбачають продуктивність по початковій сировині у межах від 2 до 30 т/год;

– наведені конструктивні та технологічні параметри обладнання технологічних ліній для огрудкування вугільних шлаків з використання установки огрудкування продуктивністю – 5 т/год; сушіння огрудкованого продукту на складі готової продукції поза сушільною камерою більш економічне та менш енергоємне, при цьому поліпшується якість готової продукції, однак збільшується час сушіння;

– впровадження установки для огрудкування дозволить вирішити екологічну проблему очищення цілих регіонів, в яких накопичені величезні техногенні родовища відходів, а також утилізації відходів поточних виробництв; переробка й утилізація відходів, і використання їх у вигляді дешевої сировини для енергетичного виробництва дасть значне зниження витрат на паливо, підвищить якість і конкурентоспроможність та знизить собівартість готової продукції;

– обґрунтовані технічні параметри обладнання і технологічні показники схеми збагачення для проектування технологічних ліній з переробки відходів комплексних титано-цирконієвих руд з використанням, зокрема: бар'єрного сепаратора БСТ 8 "Туркеніч" з продуктивністю 4,5 т/год, який дозволяє отримувати стабільно високі показники якості магнітного продукту (ільменитовий концентрат); роликового сепаратора БРСТ – 92/670 з електричним зніманням магнітного продукту (питома навантаження – 3 т/год на погоний метр) в операції доочищення циркону, що дозволяє вилучати дуже слабوماгнітні мінерали за рахунок високої (до 2 Тл) індукції на робочій поверхні ролика; сушильної установки "Смерч<sup>ТМ</sup>", яка підвищить ефективність сушіння при скороченні споживання енергоносіїв приблизно в 2 рази та ін.;

– залучення до переробки поточних та відвальних відходів Вільногорського гірничо-металургійного комбінату дозволить додатково отримувати в середньому в місяць: 1300 тон ільменитового, 360 тон рутилового та 80 тон цирконієвого концентратів;

– розроблені вихідні дані для проектування технологічних ліній для переробки твердих побутових відходів з використанням вібраційного грохоту, магнітного сепаратора на постійних магнітах, електродинамічного та балістичного сепараторів; запропоновано фракцію матеріалу крупністю менш – 50 мм на кінцевих операціях переробки направляти на повторні стадії магнітної та електродинамічної сепарації для вилучення відпрацьованих гальванічних елементів та інших дрібних металевих предметів;

– до складу технологічних ліній з переробки будівельних та скляних відходів запропоноване таке обладнання (в основному вітчизняного виробництва): нестандартні потужні дробарки, що адаптовані для дроблення будівельних відходів, гладковалкові дробарки для скляних відходів, класифікаційне обладнання, магнітні сепаратори та залізовідокремлювачі з підвищеним рівнем магнітної індукції.

4. Заключний звіт ухвалити і рекомендувати до затвердження.

5. Рекомендувати провести наступні дослідження в напрямку "Вивчення взаємодії мінеральних частинок з комбінованими силовими полями для створення нових методів їх сепарації"

Заст. зав. каф. ЗКК, к.т.н, доц.

К.А. Левченко

Вчений секретар, к.т.н, доц..

Ю.І. Тюря

## Додаток Г

**ВИТЯГ З ПРОТОКОЛУ № 2**  
засідання ради секції за науковим напрямом  
"Прогресивні технології видобутку і переробки  
корисних копалин"

м. Дніпропетровськ

29 листопада 2012 р.

**ПРИСУТНІ:**

члени ради д.т.н., проф. Пілов П.І., Бондаренко В.І., Бузило В.І., Симоненко В.І., Голінько В.В., Шашенко О.М.; вчений секретар к.т.н., доц Тюрю Ю.І., виконавці тем.

**СЛУХАЛИ:**

повідомлення проф. Пілова П.І., наукового керівника теми ГП-447 "Обґрунтування параметрів обладнання технологічних ліній переробки промислових та твердих побутових відходів з отриманням продуктів для подальшого використання", етап 2012р. – "Розробка вихідних даних для проектування технологічних ліній та модулів для переробки та збагачення промислових та твердих побутових відходів".

**УХВАЛИЛИ:**

1. Робота відноситься до прикладних і виконана у повному обсязі у відповідності з технічним завданням.

2. НДР має теоретичне і практичне значення і відповідає технічному рівню кращих вітчизняних та світових аналогів.

## 3. Основні результати:

– розроблені вихідні дані для проектування технологічних ліній переробки та збагачення шлаків феросплавного виробництва сухими та мокрими методами, визначені норми технологічного режиму як на підготовчих стадіях переробки, так і на основних та допоміжних стадіях збагачення та отримання кінцевої продукції; варіанти технологічних ліній передбачають продуктивність за початковою сировиною у межах від 2 до 30 т/год;

– наведені конструктивні та технологічні параметри обладнання технологічних ліній для огрудкування вугільних шлаків з використання установки огрудкування продуктивністю – 5 т/год; сушіння огрудкованого продукту на складі готової продукції поза сушільною камерою більш економічне та менш енергоємне, при цьому поліпшується якість готової продукції, однак збільшується час сушіння;

– впровадження установки для огрудкування дозволить вирішити екологічну проблему очищення цілих регіонів, в яких накопичені величезні техногенні родовища відходів, а також утилізації відходів поточних виробництв; переробка й утилізація відходів, і використання їх у вигляді дешевої сировини для енергетичного



виробництва дасть значне зниження витрат на паливо, підвищить якість і конкурентоспроможність та знизить собівартість готової продукції;

– обґрунтовані технічні параметри обладнання і технологічні показники схеми збагачення для проектування технологічних ліній з переробки відходів комплексних титано-цирконієвих руд з використанням, зокрема: бар'єрного сепаратора БСТ 8 "Туркеніч" з продуктивністю 4,5 т/год, який дозволяє отримувати стабільно високі показники якості магнітного продукту (ільменітовий концентрат); роликового сепаратора БРСТ – 92/670 з електричним зніманням магнітного продукту (питома навантаження – 3 т/год на погоний метр) в операції доочищення циркону, що дозволяє вилучати дуже слабомагнітні мінерали за рахунок високої (до 2 Тл) індукції на робочій поверхні ролика; сушильної установки "Смерч"<sup>ТМ</sup>, яка підвищить ефективність сушіння при скороченні споживання енергоносіїв приблизно в 2 рази та ін.;

– залучення до переробки поточних та відвальних відходів Вільногорського гірничо-металургійного комбінату дозволить додатково отримувати в середньому в місяць: 1300 тон ільменитового, 260 тон рутилового та 80 тон цирконієвого концентратів;

– розроблені вихідні дані для проектування технологічних ліній для переробки твердих побутових відходів з використанням вібраційного грохоту, магнітного сепаратора на постійних магнітах, електродинамічного та балістичного сепараторів; запропоновано фракцію матеріалу крупністю менш – 50 мм на кінцевих операціях переробки направляти на повторні стадії магнітної та електродинамічної сепарації для вилучення відпрацьованих гальванічних елементів та інших дрібних металевих предметів;

– до складу технологічних ліній з переробки будівельних та скляних відходів запропоноване таке обладнання (в основному вітчизняного виробництва): нестандартні потужні дробарки, що адаптовані для дроблення будівельних відходів, гладковалкові дробарки для скляних відходів, класифікаційне обладнання, магнітні сепаратори та залізовідокремлювачі з підвищеним рівнем магнітної індукції.

4. Заключний звіт ухвалити і рекомендувати до затвердження.

5. Рекомендувати провести наступні дослідження в напрямку "Вивчення взаємодії мінеральних частинок з комбінованими силовими полями для створення нових методів їх сепарації"

Заступник голови ради секції,  
д-р техн. наук, професор

В.І. Бондаренко

Вчений секретар ради секції,  
канд. техн. наук, доцент

Ю.І. Тюря

## Додаток Д

## РЕЦЕНЗІЯ

на НДР ГП-447

"Обґрунтування параметрів обладнання технологічних ліній переробки промислових та твердих побутових відходів з отриманням продуктів для подальшого використання"

У рамках роботи обґрунтовані технологічні параметри обладнання для збагачення та огрудкування вугільних шлаків, ліній для переробки шлаків феросплавного виробництва, відходів збагачення комплексних титано-цирконієвих розсипів, ліній для поглибленої переробки будівельних відходів та виробництва на їх основі вторинних будівельних наповнювачів для бетонних виробів. Розроблені технологічні параметри модуля для очищення та подрібнення скляних відходів та виробництво на їх основі сировини для технічного скла та піноскла, технологічні параметри комплексу обладнання для переробки твердих побутових відходів.

Переробка й утилізація відходів, і використання їх у вигляді дешевої сировини для енергетичного виробництва дасть значне зниження витрат на паливо, підвищить якість і конкурентоспроможність та знизить собівартість готової продукції. Вилучення з шлаків феросплавного виробництва металевої фази дозволить залучити до подальшого виробництва величезні обсяги товарних концентратів та продуктів для виробництва шлакощобеню і пісків для будівництва. За рахунок залучення до переробки відходів збагачення комплексних титано-цирконієвих розсипів буде розширена сировинна база для отримання рудних концентратів.

В результаті виконання роботи розроблені вихідні дані для проектування технологічних ліній переробки та збагачення шлаків феросплавного виробництва сухими та мокрими методами, визначені норми технологічного режиму як на підготовчих стадіях переробки, так і на основних та допоміжних стадіях збагачення та отримання кінцевої продукції; варіанти технологічних ліній передбачають продуктивність за початковою сировиною у межах від 2 до 30 т/год.

Наведені конструктивні та технологічні параметри обладнання технологічних ліній для огрудкування вугільних шлаків з використання установки огрудкування продуктивністю – 5 т/год; сушіння огрудкованого продукту на складі готової продукції поза сушільною камерою більш економічне та менш енергоємне, при цьому поліпшується якість готової продукції, однак збільшується час сушіння. Установка для огрудкування дозволить вирішити екологічну проблему очищення цілих регіонів, в яких накопичені величезні техногенні родовища відходів, а також утилізації відходів поточних виробництв; переробка й утилізація відходів, і використання їх у вигляді дешевої сировини для енергетичного виробництва дасть значне зниження витрат на паливо, підвищить якість і конкурентоспроможність та знизить собівартість готової продукції;

Обґрунтовані технічні параметри обладнання і технологічні показники схеми збагачення для проектування технологічних ліній з переробки відходів комплексних

титано-цирконієвих руд з використанням, зокрема: бар'єрного сепаратора БСТ 8 "Туркеніч" з продуктивністю 4,5 т/год, який дозволяє отримувати стабільно високі показники якості магнітного продукту (ільменітовий концентрат); роликового сепаратора БРСТ – 92/670 з електричним зніманням магнітного продукту (питома навантаження – 3 т/год на погоний метр) в операції доочищення циркону, що дозволяє вилучати дуже слабомагнітні мінерали за рахунок високої (до 2 Тл) індукції на робочій поверхні ролика; сушильної установки "Смерч"<sup>TM</sup>, яка підвищить ефективність сушіння при скороченні споживання енергоносіїв приблизно в 2 рази та ін.

Розроблені вихідні дані для проектування технологічних ліній для переробки твердих побутових відходів з використанням вібраційного грохоту, магнітного сепаратора на постійних магнітах, електродинамічного та балістичного сепараторів; запропоновано фракцію матеріалу крупністю менш – 50 мм на кінцевих операціях переробки направляти на повторні стадії магнітної та електродинамічної сепарації для вилучення відпрацьованих гальванічних елементів та інших дрібних металевих предметів;

До складу технологічних ліній з переробки будівельних та скляних відходів запропоноване таке обладнання: нестандартні потужні дробарки, що адаптовані для дроблення будівельних відходів, гладковалкові дробарки для скляних відходів, класифікаційне обладнання, магнітні сепаратори та залізовідокремлювачі з підвищеним рівнем магнітної індукції.

Результати науково-дослідної роботи представляють науковий та практичний інтерес і можуть бути використані як в наукових, так і в практичних цілях.

Нач. науково-дослідного відділу  
удосконалення технологій і схем  
вуглезбагачувальних фабрик  
"Укрнідівуглезбагачення",  
д-р техн. наук, проф

О.Д. Полулях