

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЗБАГАЧЕННЯ КОРИСНИХ КОПАЛИН І ХІМІЇ

**Пояснювальна записка
до випускної магістерської роботи**

зі спеціальності 184 «Гірництво»
освітньо-професійної програми
«Збагачення корисних копалин»

Тема роботи: «Розробка сучасної технології збагачення марганцевих шламів
первинної переробки руд Марганецького родовища»

Виконав: магістрант
групи ЗКК-23м _____/Іванцов Д.В./

Керівник випускної роботи _____/Булах О.В./

Нормоконтролер _____/Хруцький А.О./

Завідувач кафедри _____/Олійник Т.А./

Кривий Ріг
2024 р.

Криворізький національний університет

Факультет: гірничо-металургійний

Кафедра: збагачення корисних копалин і хімії

Освітньо-професійна програма: «Збагачення корисних копалин»

Спеціальність: 184 «Гірництво»

Затверджую

Зав. кафедрою _____ Олійник Т.А.

«_____» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську роботу студенту

Іванцову Даніїлу Владиславовичу

1. Тема роботи «Розробка сучасної технології збагачення марганцевих шламів первинної переробки руд Марганецького родовища»

Керівник роботи Булах Олексій Володимирович, канд.техн.наук, доцент затверджено наказом по КНУ № 184с від “28” лютого 2024 р.

2. Строк подання студентом роботи 12.12.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: продуктивність комплексу 598 тис.т/рік, вміст марганцю у вихідній сировині 13,6%, у концентраті 38,5%

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Огляд сучасних технологій і обладнання для магнітного збагачення. 2. Об'єкт та методи досліджень. 3. Дослідження властивостей марганцевої сировини для розробки технології вилучення марганцю з хвостів збагачення. 4. Охорона праці. 5. Економічна частина.

5. Перелік графічного матеріалу: презентація з 15 мультимедійних слайдів, виконаних за допомогою програми Microsoft Office PowerPoint.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-3,5	Булах О.В., доцент		
4	Швагер Н.Ю., професор		

7. Календарний план:

Етапи роботи	Термін виконання
Аналіз сучасного стану питання. Аналітичний огляд технологій збагачення досліджуваної сировини	06.03.24
Розробка методики проведення досліджень. Вивчення характеристики техногенного родовища та особливостей речовинного складу марганцевих відходів	15.05.24
Проведення технологічних досліджень процесу збагачення лежалих марганцевих шламів	30.06.24
Вивчення характеристики отриманого марганцевого концентрату	18.08.24
Розробка технологічної схеми збагачення відходів та вибір основного технологічного обладнання	17.09.24
Виконання розділу з охорони праці	20.10.24
Виконання розділу економічної частини	10.11.24
Оформлення магістерської роботи	23.11.24
Розробка мультимедійного забезпечення роботи	29.11.24
Здача роботи на рецензію	05.12.24

Дата видачі завдання: “06” березня 2024 р.

Здобувач _____ /Іванцов Д.В./

Керівник роботи _____ /Булах О.В./

РЕФЕРАТ

Випускова магістерська робота складається з пояснювальної записки, що містить 82 сторінки, 26 рисунків, 12 таблиць, 33 використаних джерела та 15 слайдів, виконаних за допомогою програми PowerPoint.

Мета роботи – розробка й обґрунтування технології збагачення марганцевих шламів Нікопольського басейну із застосуванням високоградієнтної магнітної сепарації.

У магістерській роботі виконано аналіз науково-дослідних робіт та сучасного обладнання для технології збагачення марганцевих руд; надано характеристику марганцевих руд; визначено хімічний та мінеральний склад вихідних марганцевих шламів. Розроблена методика дослідження процесу мокрого магнітного збагачення марганцевих шламів.

Виконані лабораторні дослідження збагачення марганцевих шламів методом мокрої магнітної сепарації з допомогою високоградієнтного магнітного сепаратора ПВС/М 40/11.

Запропоновано технологічну схему збагачення марганцевих шламів, що забезпечує одержання концентрату зі вмістом марганцю не менш 38,0 %.

В економічній частині розраховано технологічні та економічні показники, розраховано економічний ефект від впровадження рекомендованої технології, який складає 51803000,58 грн.

Ключові слова: МАРГАНЦЕВІ ШЛАМИ, КРУПНІСТЬ, ВКРАПЛЕНІСТЬ, ТЕХНОЛОГІЯ ЗБАГАЧЕННЯ, ВИСОКОГРАДІЄНТНА МАГНІТНА СЕПАРАЦІЯ, ВАЛКОВИЙ СЕПАРАТОР, СОРТ, ВИХІД, КОНЦЕНТРАТ.

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ МАГНІТНОГО ЗБАГАЧЕННЯ.....	8
1.1. Розвиток обладнання й технологій збагачення руд марганцю.....	8
1.2. Загальні відомості та технологічна вивченість марганцевих шламів шламосховища ім. «Максимова».....	21
1.3. Висновки за розділом.....	24
РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	27
2.1. Загальна характеристика Марганецького родовища.....	27
2.2. Мінеральний склад і текстурні особливості руд.....	29
2.3. Мінеральний склад вихідних марганцевих шламів.....	34
2.4. Методи досліджень.....	37
2.5. Висновки за розділом.....	38
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАРГАНЦЕВОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИЛУЧЕННЯ МАРГАНЦЮ З ХВОСТІВ ЗБАГАЧЕННЯ.....	40
3.1. Відбір проб марганцевих шламів та методика вивчення речовинного складу, фізичних і фізико-механічних властивостей....	40
3.2. Лабораторні дослідження процесу магнітної сепарації.....	45
3.3. Лабораторні дослідження з визначення можливості збагачення марганцевих шламів.....	49
3.4. Рекомендована технологічна схема збагачення і її апаратурне оформлення.....	66
3.5. Висновки за розділом.....	69
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	72
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	75
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	79

ВСТУП

Актуальність теми. Марганцеворудна сировина Нікопольського басейну, представлена головним чином карбонатними рудами (61,4 %). Частка оксидних руд, що знайшли широкого застосування в феросплавному виробництві, складає лише 19,8 %. Подальший розвиток пов'язаний головним чином з переробкою карбонатних та змішаних руд, що в свою чергу викликає зниження масової частки марганцю в концентраті. Зниження якості концентратів викликає збільшення частки фосфору в них та феросплавах, що призводить до зниження їх вартості.

Одним із джерел для отримання оксидних марганцевих концентратів є техногенні родовища – шламосховища збагачувальних фабрик. Подібні родовища мають незвичайний мінеральний склад, що є головною причиною складності їх подальшої переробки.

Отже, створення досить простої і ефективної технології збагачення марганцевих шламів є однією з найважливіших задач, рішення якої дозволяє збільшити частку оксидних марганцевих концентратів й одночасно покращити якісні показники феросплавної продукції.

Метою магістерської роботи є розробка й обґрунтування технології збагачення марганцевих шламів Нікопольського басейну із застосуванням високоградієнтної магнітної сепарації.

Для досягнення мети сформульовані й вирішені наступні **завдання досліджень:**

- визначення речовинного складу марганцевих шламів у вигляді кількісного співвідношення ряду аналогічних текстурно-структурних різновидів;
- вивчення технологічних властивостей рудних і породних різновидів і визначення умов ефективного розділення їх магнітному полі високої

інтенсивності;

- вивчення процесу магнітної сепарації марганцевих шламів з урахуванням текстурно-структурних особливостей, мінерального складу, фізичних і технологічних властивостей рудних різновидів, а також конструктивних і режимних параметрів валкових сепараторів з магнітним полем високої інтенсивності;

- розробка технології магнітної сепарації марганцевих шламів на основі застосування валкового магнітного сепаратора із сильним магнітним полем.

Об'єкт досліджень – технологія магнітної сепарації марганцевих шламів.

Предмет досліджень – залежність індукції магнітного поля та частоти обертання валка сепаратора на якісно-кількісних показників збагачення.

Методи досліджень. При проведенні досліджень застосовувалися наступні методи: структурного моделювання - для синтезу фізичних властивостей кожної окремо взятої вузької фракції матеріалу; теорії масопереносу й теорії імовірності - для визначення сепараційних характеристик рудних і породних різновидів; імітаційне моделювання - процес вилучення магнітних фракцій у ході магнітного аналізу; хімічний, мінералогічний і магнітний аналіз вихідних шламів й продуктів розділення при експериментальних дослідженнях; експериментальний - при стендових дослідженнях процесу магнітної сепарації на лабораторному модулі; статистичний аналіз - при порівнянні основних технологічних властивостей текстурно-структурних різновидів шламів.

Достовірність отриманих результатів підтверджується достатнім об'ємом і збіжністю теоретичних й експериментальних даних, а також позитивними результатами промислової експлуатації розроблених технологічних схем магнітної сепарації.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ МАГНІТНОГО ЗБАГАЧЕННЯ

1.1. Розвиток обладнання й технологій збагачення руд марганцю

Марганець – важливий метал, який знаходить широке застосування в металургійній промисловості, зокрема в виробництві сталі, де він є необхідним легуючим елементом. Однак марганець не зустрічається в природі у вигляді чистого металу, а утворює різноманітні мінерали (рис. 1.1.), які є основою марганцевих руд [1].

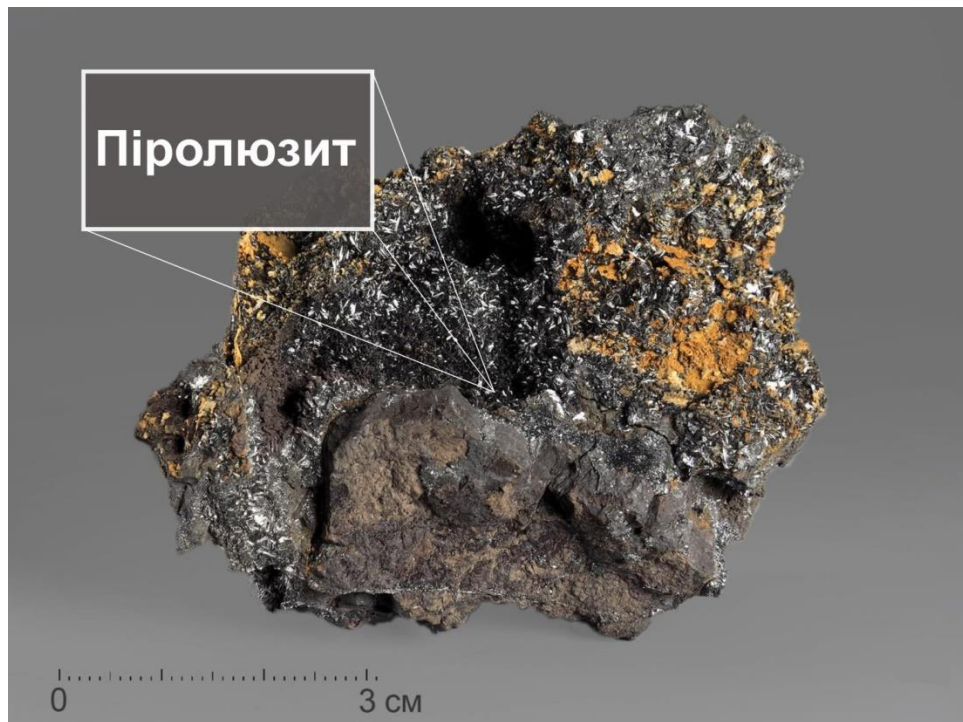


Рис. 1.1. – Мінерал марганцевих руд

Існує приблизно 150 мінералів, що можуть містити у своєму складі марганець, основні з яких можливо побачити у таблиці 1.1. та 1.2. Більшість осадових родовищ марганцевих руд містять приблизно 24% Mn та 4,3% Fe та належать до руди низького сорту. Для отримання більш багаті руди, яка

містять 40-45% Mn необхідні особливі геологічні умови [2].

Таблиця 1.1. – Основні мінерали марганцевої руди

Мінерали	Хімічна формула	Вміст марганцю, %
Піролюзит	MnO_2	63,2
Гаусманіт	Mn_3O_4	72,0
Брауніт	Mn_2O_3	69,5
Псиломелан	$mMnO \times MnO_2 \times nH_2O$	45–60
Манганіт	$MnO_2 \times Mn(OH)_2$	62,5
Вернадит	$MnO_2 \times H_2O$	44–52
Родохрозит	$MnCO_3$	47,8
Родоніт	$(Mn,Ca) \times SiO_3$	32,41

Таблиця 1.2. – Типи родовищ руди марганцю

Геолого-промислові типи родовищ	Основні рудні мінерали	Вміст марганцю в рудах, %	Структурно-морфологічний тип рудних покладів	Приклади родовищ
Оксидні та карбонатні руди в осадових породах прибережно-морського типу	Піролюзит, псиломелан, манганіт, кальцевий родохрозит, мангано-кальцит, марганцевий карбонат	10–40 і більше	Пласти невеликої потужності, розвинуті на великій площі, рідше лінзи і складнішої форми тіла порівняно невеликих розмірів	Нікопольське, Великотохмацьке, Чіагурське
Залізомарганцеві конкреції дна океанів	Вернадит, гідрогетит, піролюзит, крипомелан	25–30	Конкреції, кірки та прошарки на поверхні корінних порід дна океанів зазвичай невеликої потужності, але величезної протяжності	Тихий, Індійський, Атлантичний океани
Вулканогенно-осадові карбонатні руди в андезитових, діабаз-порфіритових, кварц-кератофірових комплексах областей підводного вулканізму	Піролюзит, псиломелан	До 53	Лінзо-, пласто- та плащеподібні і складні неправильної форми тіла переважно невеликої потужності	Хащуватське, Морро-де-Мінес (Бразилія), Пластмасбург, Курутам (ПАР)
Силікатні руди в метаморфізованих вулканогенних і карбонатних породах та скарнах	Брауніт, бустаміт, родоніт, марганцевистий гранат	10–20	Дрібні пласто- і лінзоподібні поклади, рідше рудні пласти великої потужності і протяжності	Панч-Махал, Донгі-Бузург (Індія), Калахари (ПАР), Серра-ду-Навіу (Бразилія), Прилуки (Україна)

Видобуток руди марганцю у світі у 2021 році на 6% було більше порівняно з 2020 роком. За цей період також зросли ціни на руду марганцю приблизно на 13%. Україна є одним з лідерів країн Європи з видобутку та переробки марганцевої руди та є одним з експортерів цієї сировини до європейських країн [3, 4].

Основні родовища руди марганцю зосереджено у Нікопольському районі (рис. 1.2.). Концентрати, які отримують при переробці оксидних руд містять від 37 до 45% Mn, а карбонатних від 29 до 31% Mn. Однак, приблизно 80% вітчизняних запасів – це карбонатні руди, переважно бідні з вмістом Mn до 21% (рис. 1.3.) [5].



Рис. 1.2. – Розташування марганцевих родовищ у Нікопольському районі

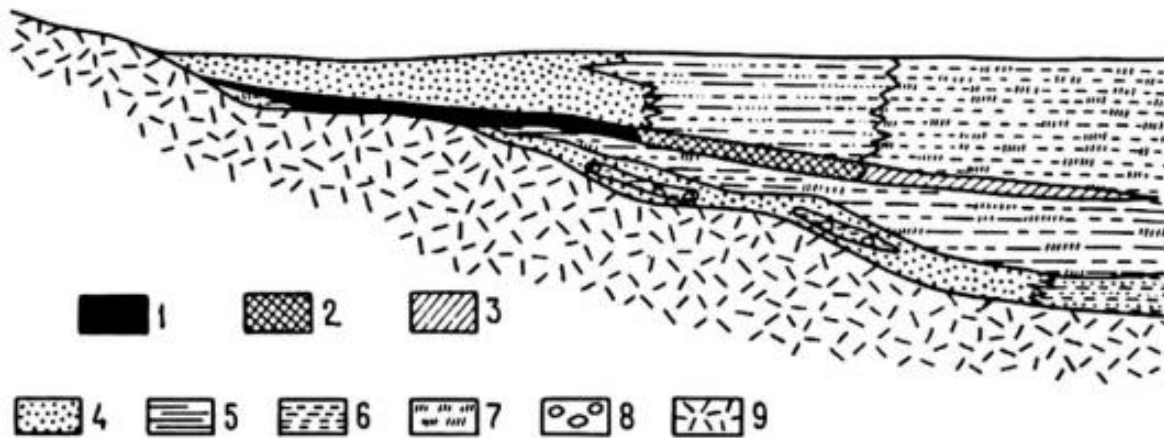


Рис. 1.3. – Схематичне розташування різновидів марганцевої руди

1 – оксидні руди; 2 – змішані оксидно-карбонатні руди; 3 – карбонатні руди; 4 – піски; 5 – алевроліти; 6 – глини; 7 – мергелі; 8 – вугілля; 9 – кристалічні породи.

Одним з підприємств регіону, яке займається переробкою марганцевих руд є Покровський ГЗК, що здійснює розробку родовищ тільки відкритим способом. Підприємство виробляє концентрат якістю 26-43% марганцю та керамзитову глину і шлами як допоміжні продукти [6].

Процес збагачення марганцевих руд має важливе значення для отримання марганцевих концентратів, які можуть бути використані в

металургії та інших галузях. Метою збагачення є підвищення концентрації марганцю в руді, а також зниження вмісту шкідливих домішок.

Основними методами збагачення марганцевих руд є: гравітаційне збагачення, що здійснюється за допомогою гравітаційних сепараторів, таких як джигери, шлюзи, конусні та спіральні сепаратори; флотаційне збагачення – це процес, при якому мінерали, що містять марганець, відділяються від інших порід за допомогою спеціальних реагентів і під дією повітряних бульбашок; мокра магнітна сепарація, що здійснюється у магнітних сепараторах у магнітному полі високої інтенсивності.

Переробка марганцевої руди відбувається, переважно, за комбінованою схемою збагачення, яка передбачає дроблення з попередньою класифікацією, промивку, гідравлічну класифікацію, магнітне та флотаційне збагачення [7]. У таких схемах досить часто використовується процес відсадки іноді збагачення у важких середовищах. Варіанти схем наведено на рис. 1.4., 1.5. [8]

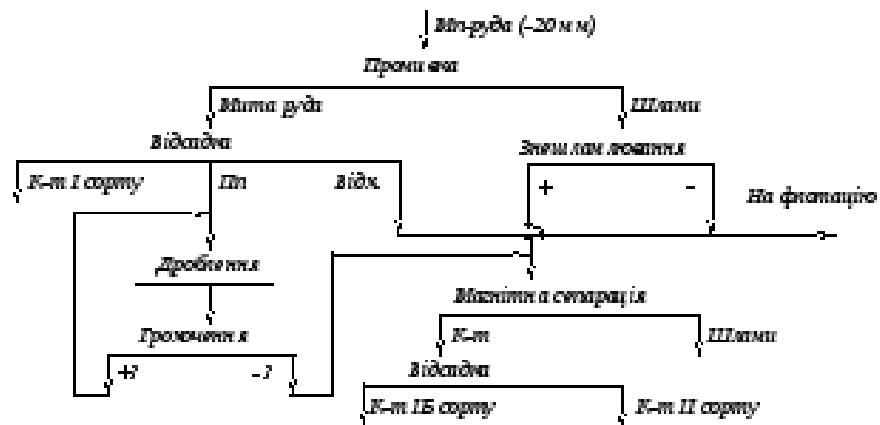


Рис. 1.4. – Різновид схеми збагачення оксидної руди

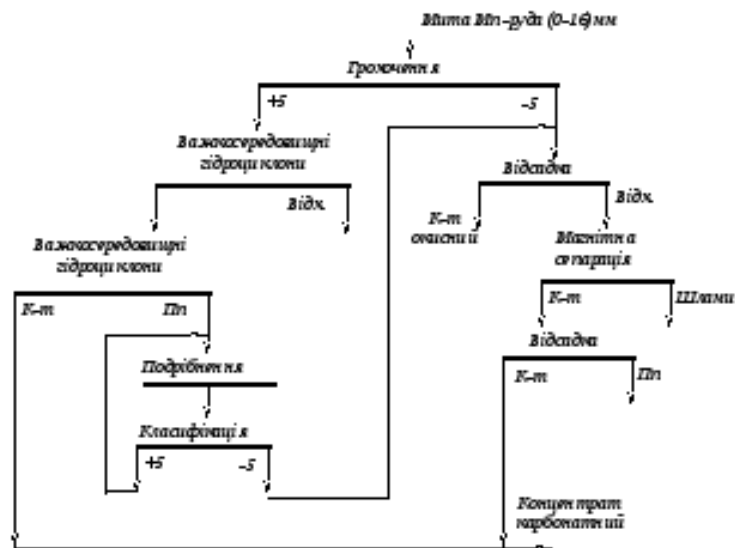


Рис. 1.5. – Різновид схеми збагачення карбонатної руди

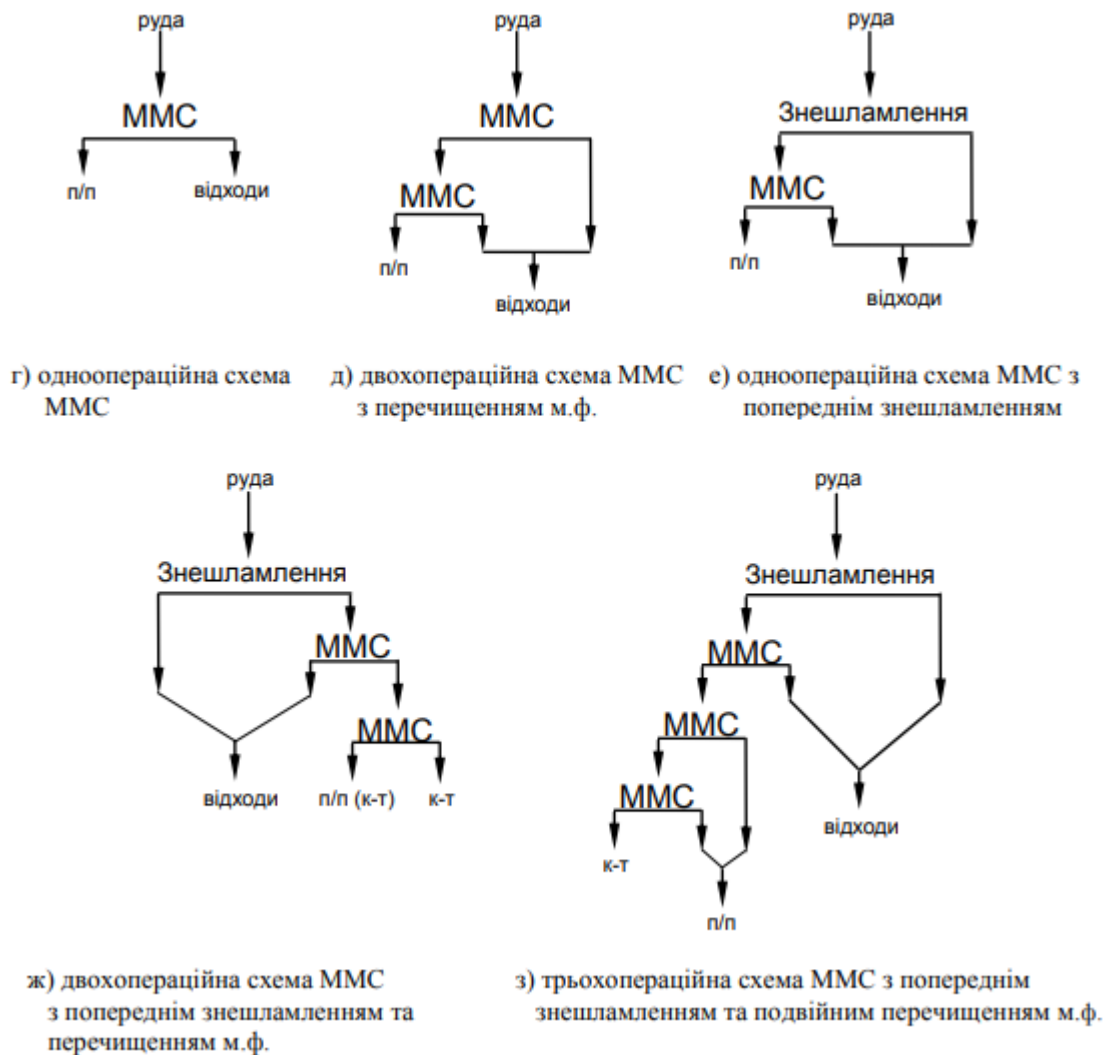


Рис. 1.6. – Різновиди схем мокрої магнітної сепарації

Досить часто, у технологіях переробки залізних та марганцевих руд використовують схеми з мокрою магнітною сепарацією (рис. 1.6.) [9].

Відомі дослідження [10], що передбачають використання різного обладнання для магнітного збагачення при переробки окисних руд поточного видобутку та концентрату, який отримано після збагачення на роторному сепараторі (табл. 1.3., 1.4.). Кожен із зазначених продуктів піддавався класифікації. Результати отримано різні, та кожен з класів крупності може збагачуватись з використанням різних сепараторів.

Таблиця 1.3. – Результати магнітного збагачення окисної руди

Клас крупності, мм	Вихідний			Концентрат			Тип сепаратору
	Вихід, %	Вміст Mn, %	Вміст SiO ₂	Вихід, %	Вміст Mn, %	Вміст SiO ₂	
-2+1	60,67	37,34	24,77	47,22	50,82	7,64	Стрічковий
-1+0,5	14,81	29,5	24,85	55,5	50,05	11,33	Стрічковий
-0,5+0	24,52	28,1	36,37	48,05	40,06	17,77	Відхиляюч.
Всього	100	33,91	27,63	48,65	48,08	10,72	
-2+0	100	32,5	31,26	57,66	49,77	10,52	Туркенич

Таблиця 1.4. – Результати магнітного збагачення окисної руди

Клас крупності, мм	Вихідний			Концентрат			Тип сепаратору
	Вихід, %	Вміст Mn, %	Вміст SiO ₂	Вихід, %	Вміст Mn, %	Вміст SiO ₂	
-2+1	13,15	32,91	20,07	57,52	36,86	13,53	Стрічковий
-1+0,5	4,35	29,50	24,85	76,14	37,49	18,54	Стрічковий
-0,5+0,2	34,33	35,46	18,68	76,64	36,95	16,53	Відхиляюч.
-0,2+0	48,17	31,71	22,04	52,29	35,30	19,26	Відхиляюч.
Всього	100	33,06	20,75	62,37	36,30	17,38	
-2+0	100	32,47	18,82	80,59	35,14	20,48	Туркенич

Основними факторами, що впливають на ефективність збагачення та вибір схеми переробки, є характер і склад руди, наявність домішок, а також вибір оптимальних технологій для кожного типу руди. У разі високого вмісту марганцю та низького рівня шкідливих домішок найбільш ефективним буде гравітаційне збагачення. Для руд з високим вмістом кислих оксидів

марганцю рекомендується використовувати термічні або хімічні методи. Для марганцевих руд, які містять значні кількості ферромагнітних мінералів, застосовується магнітне збагачення. Це метод, що використовує різницю в магнітних властивостях руд для їх сортування за допомогою магнітних сепараторів.

Магнітне збагачення – де досить розвинений, та в той же час складний процес, що інколи вимагає особливої уваги. Класифікація процесів магнітного збагачення досить велика, та найповнішою є класифікація В.І.Кармазіна та В.В. Кармазіна (рис. 1.7.) [11].

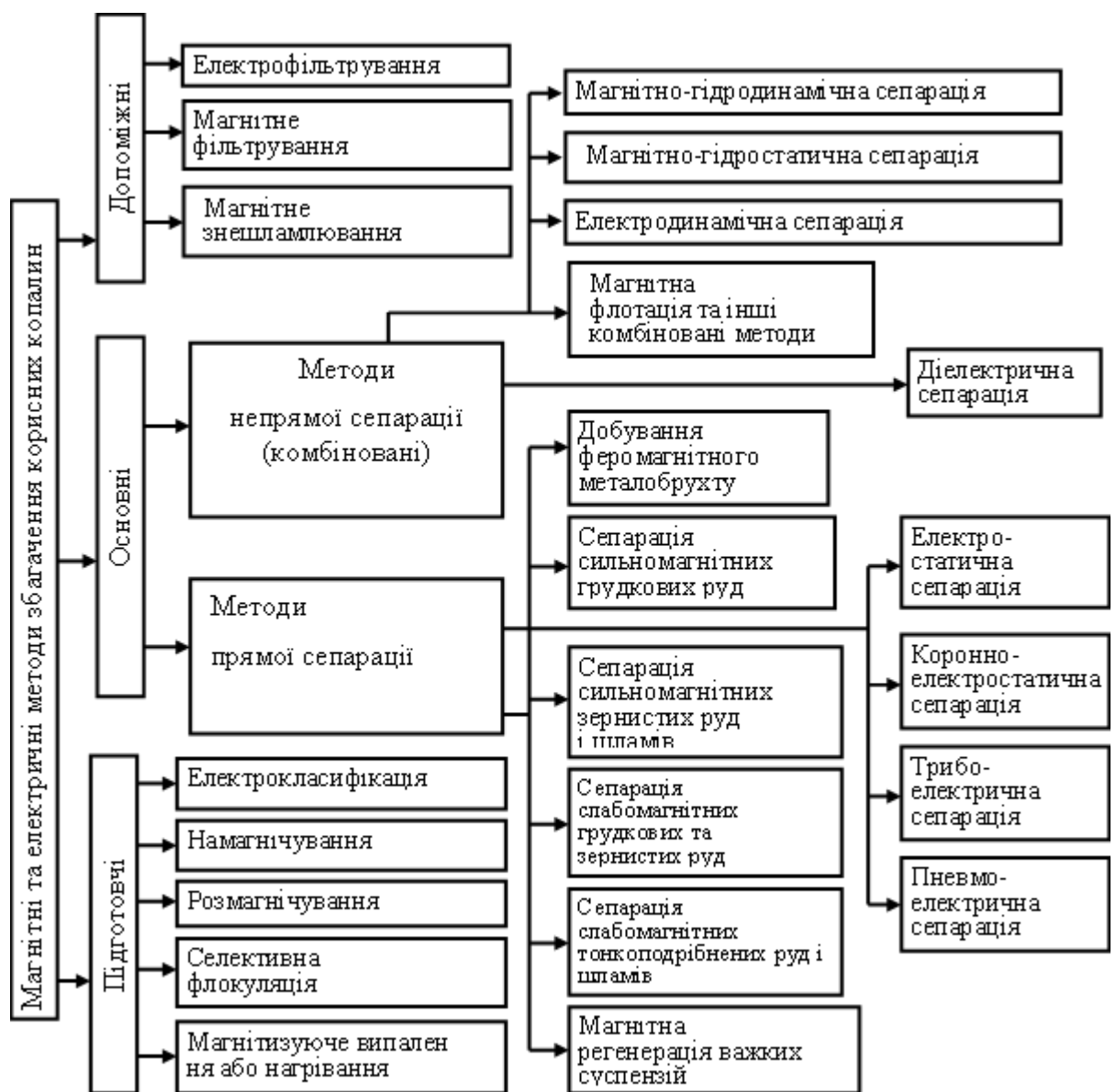


Рис. 1.7. – Класифікація процесів магнітного збагачення

Сучасні магнітні сепаратори досить ефективні та високопродуктивні, порівняно з сепараторами минулих років.

Для сухої сепарації матеріалів, для яких характерно слабо виражені магнітні властивості (питома магнітна сприйнятливості варіює в інтервалі мЗ/кг) застосовуються валкові, стрічкові (роликові) і барабанні сепаратори з високою інтенсивністю магнітного поля. Кожний тип конструкції магнітних сепараторів має свої переваги й недоліки, а також певну область застосування.

Валкові сепаратори характеризуються високим градієнтом магнітного поля, напруженість якого досягає 1270-1590 кА/м при індукції 1,0-1,6 Тл, і застосовуються для сухого збагачення слабомагнітних руд у крупності 6 мм і менше. Для сухого збагачення крупнішої руди були розроблені валкові сепаратори з верхнім живленням ДК, СКО [12] і ін. Зараз ці сепаратори не застосовуються головним чином через складну конструкцію й високий рівень енерговитрат. Для забезпечення нормальної роботи сепараторів, матеріал, що надходить у робочу зону не повинен містити сильномагнітних часток. Їх вилучення повинно здійснюватися попередньо.

Стрічкові (роликові) магнітні сепаратори з високою інтенсивністю магнітного поля призначені для переробки слабомагнітних матеріалів у крупності від декількох мікронів до 40 мм. У рідких випадках стрічкові сепаратори застосовують для сортування крупнокускових (75-120 мм) руд. Стрічкова конструкція сепаратора дозволяє досягати значень індукції магнітного поля в зоні розділення більш високих у порівнянні з барабанними сепараторами, що пояснюється застосуванням стрічок на основі поліефірних тканин або матеріалу Kevlar[®] товщиною 0,13-0,65 мм. Значення магнітних сил на робочій поверхні сепаратора досягає $(2,2-3,8) \times 10^4$ А²/м³, при індукції магнітного поля 0,7-1,2 Тл. Як правило, діаметр магнітного ролика не перевищує 300 мм у зв'язку із чим, для ефективного розділення матеріалу необхідно забезпечувати частоту обертання вище, ніж у барабанних

сепараторів. Крім того, стрічкові сепаратори необхідно оснащувати складною системою супроводу стрічки, для запобігання її сходу. [11]

У цей час знаходить застосування нове покоління барабанних магнітних сепараторів з високою інтенсивністю магнітного поля, що забезпечують високі значення індукції магнітного поля за рахунок нових конструкцій магнітної системи в сполученні з використанням рідкоземельних магнітів високої енергії.

Індукція магнітного поля на поверхні барабана може досягати 0,4-0,8 Тл, забезпечуючи при цьому значення магнітних сил $(0,3-1,4) \times 10^{13}$ А²/м³. Діаметр барабана в сепараторах різних виробників варіює в широких межах 600-980 мм.

Більший у порівнянні зі стрічковими сепараторами діаметр барабана дозволяє досягати оптимального співвідношення магнітної й механічної сил при меншій частоті обертання. Барабанні сепаратори відрізняються простотою конструкції й економічністю, на відміну від валкових не вимагають попереднього вилучення сильномагнітного матеріалу.

Сепарація матеріалів зі слабо вираженими магнітними властивостями посилює вимоги до критеріїв вибору конструктивного типу магнітного сепаратора. Це пояснюється тим, що низька питома магнітна сприйнятливість $\chi = (10 \dots 750) \cdot 10^{-8}$ м³/кг слабомагнітних матеріалів у порівнянні із сильномагнітними $\chi > 4 \cdot 10^{-5}$ м³/кг приводить до зниження контрастності магнітних властивостей розділюваних часточок, що спричиняє збільшенню ступеня впливу крупності вихідного живлення на ефективність процесу сухої магнітної сепарації. У цьому випадку оптимальне співвідношення магнітної й механічної сил є визначальним критерієм при виборі типу магнітного сепаратора. [11]

В роботі [13] на підставі великої кількості експериментальних даних і розробленої фізичної моделі процесу сухої магнітної сепарації показано, що для кускових матеріалів, за інших рівних умов, розділення у барабанному сепараторі має істотні переваги в порівнянні з іншими конструкціями

сепараторів. Ця обставина пояснюється ефектом магнітного перемішування матеріалу по мірі його переміщення по поверхні барабана в знакозмінному магнітному полі, і, як наслідок інтенсивний винос немагнітних часток із шару матеріалу під дією відцентрової сили, обумовленої значним радіусом кривизни траєкторії руху матеріалу. Перевага барабаних магнітних сепараторів над іншими конструкціями при збагаченні кускових магнетитових руд підтверджено результатами промислової експлуатації. Однак встановлені для магнетитових руд теоретичні закономірності руху часток не дозволяють кількісно оцінити ефективність розділення слабомагнітних матеріалів у кусковій крупності й вибрати оптимальні конструктивні параметри сепаратора.

Останнім часом на основі нових принципів були розроблені різні конструкції сепараторів, зокрема сепаратори для слабомагнітних матеріалів.

[14] Основні напрямки їхньої розробки орієнтовані на:

- використання надпровідних магнітних систем;
- використання постійних магнітів з високою магнітною енергією;
- сполучення магнітної сили з іншими фізичними силовими полями;
- модернізацію конструкцій сепараторів.

Розробка надпровідних магнітних сепараторів дозволяє досягти дуже високих магнітних сил – порядку 10^{12} Н/м³. Незважаючи на це, використання надпровідних магнітних сепараторів мало, причиною чого є проблеми створення надпровідних магнітних систем. Так, поряд з великою кількістю лабораторних типів надпровідних магнітних сепараторів, до 2000 р. для промислових цілей було виготовлено лише п'ять типів [15-20].

Більш широке застосування одержали магнітні системи з постійних магнітів, головним чином на основі Sm-Co або Nd-Fe-B, які мають залишкову магнітну індукцію вище 1 Тл. Застосування постійних магнітів високої енергії замість електромагнітних систем дозволяє спростити конструкцію, зменшити масу, габарити магнітних сепараторів для слабомагнітних матеріалів і знизити капіталовкладення на їхнє виготовлення. Так, для сухої

магнітної сепарації слабомагнітних матеріалів фірмою Batemann Engineering (США) створений багатоступінчастий стрічковий (роликівий) сепаратор на постійних магнітах з високою інтенсивністю магнітного поля типу Permroll[®]. Кожний щабель сепаратора є самостійною одиницею. Магнітна індукція на поверхні ролика досягає 1,2 Тл [16]. Аналогічну конструкцію й технічні характеристики мають: магнітний сепаратор RE Roll фірми Eriez magnetics (США) магнітна система якого зібрана на основі рідкоземельного магнітного матеріалу Erium 3000[®] [18], сепаратор REMRS[®] фірми The Reading group (Австралія) [19], сепаратор High Force[®] фірми Outo Kumpri (Фінляндія) [20]. Цими фірмами на основі розроблених магнітних систем випускаються й барабанні сепаратори з високою інтенсивністю магнітного поля.

Застосування постійних магнітів високої енергії дозволило збільшити значення індукції магнітного поля до 0,7 Тл для барабанних сепараторів великого діаметра. Найбільш відомим є барабанний магнітний сепаратор типу Permos[®] конструкції KHD Humboldt Wedag (ФРН). Барабан сепаратора має діаметр 0,6 м, довжину в напрямку осі 0,6 м, шість магнітних полюсів, розташованих у барабані по дузі 150° [16].

У роботі [21] наведена інформація про застосування барабанного магнітного сепаратора Permos (рис. 1.8.) для збагачення багатих окислених залізних руд. При випробуваннях сепаратора для попередньої концентрації мартитової руди з Ірану була виявлена можливість покращення кількісних показників збагачення (продуктивність по твердому, густину живлення) без зниження якісних показників. При порівнянні двох магнітних сепараторів Permos і Jones для можливості збагачення гематит-мартитових хвостів гвинтової сепарації виявилось, що перший сепаратор здатний, при незначному зменшенні виходу (2,5-3,0%) магнітної фракції, підвищити якість магнітного продукту (5,0-5,5%), а при поєднанні зазначених магнітних сепараторів можливо у дві стадії отримати магнітний продукт з вилученням

заліза на рівні 80 % і вмістом заліза таким же, як у вихідній руди потрапляючій на фабрику збагачення.

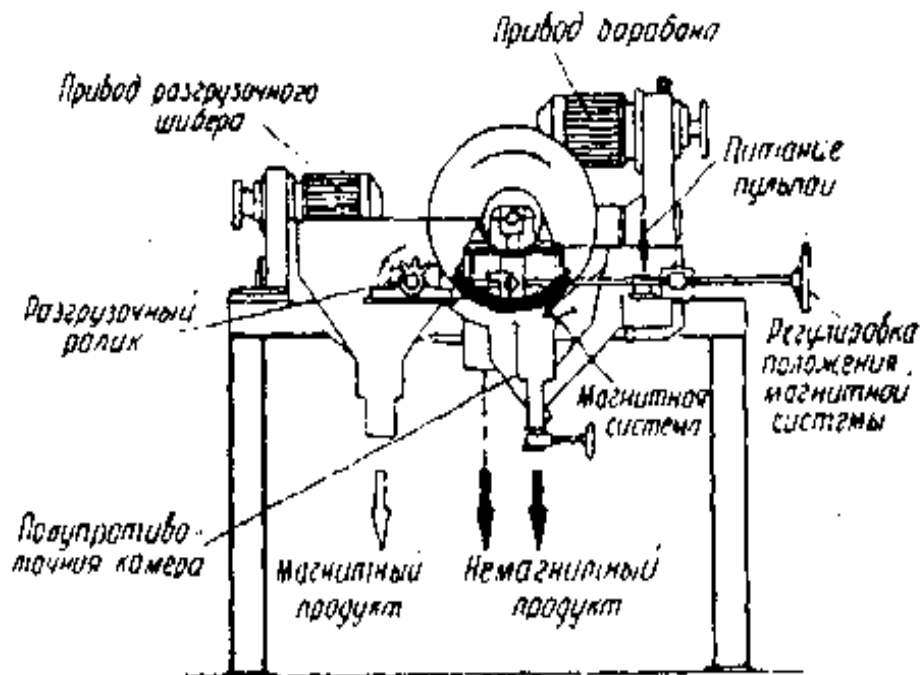


Рис. 1.8. – Мокрый магнітний сепаратор Permos 606 з напівпротиточною камерою (в розрізі)

Сепаратор Permos використовувався у дослідях по можливості одержання суперконцентратів з різних залізних руд типу «блакитний пил» (Венесуела) і показав можливість підняття якісних показників (зменшення виходу магнітного продукту 0,5% при збільшенні вмісту заліза 0,75- 1,25%, і зменшенні вмісту SiO₂ до 0,75%, а Al₂O₃ до 0,5%).

У вітчизняній практиці також спостерігається тенденція в створення сепараторів з високою інтенсивністю магнітного поля для розділення слабомагнітних матеріалів. Наприклад, інститутом «Механобрчермет» проведені дослідження з моделювання магнітних систем і розроблені конструкції барабанних і роликового магнітних сепараторів з інтенсивним полем. Розроблений барабанний магнітний сепаратор ПБМС 60/50, що представляє собою барабан з магнітною індукцією на поверхні від 0,3 до 0,4

Тл, був змонтований на збагачувальній фабриці концерну «Запорожабразив» у першій стадії магнітного збагачення технологічної схеми виробництва електрокорунда нормального, при цьому ефективність роботи сепаратора склала 79-87%. Так само сепаратор ПБМС 60/50 був випробуваний у напівпромислових умовах у циклі сухої переробки лома магnezіальних футеровок з метою одержання вторинних вогнетривів. Отримані показники збагачення відповідають вимогам до збагачених порошків по вмісту залістистих домішок [22].

У цей час в Україні магнітні сепаратори, з високою інтенсивністю магнітного поля, виготовляє НПФ «Продекологія» (рис. 1.9.). Застосування постійних магнітів високої енергії на основі сплаву Nd-Fe-B, а також певним чином підібрана конфігурація магнітної системи забезпечує одержання магнітних сил на робочій поверхні сепараторів: барабанних – $0,3-1,4 \times 10^{13}$ А²/м³, роликівих – $(2,2-3,8) \times 10^{14}$ А²/м³, при індукції магнітного поля на робочій поверхні 0,4-0,8 Тл і 0,7-1,2 Тл відповідно. Барабанний магнітний сепаратор продуктивністю 20 т/ч був поставлений на Ватутинський комбінат вогнетривів, роликіві сепаратори продуктивністю 2 і 10 т/ч поставлені склянній компанії «САФ» і корпорації «Аблайхан» (Казахстан), роликівий сепаратор продуктивністю 10 т/ч переданий замовникові зі Словаччини для сепарації кварцполевошпатової сировини [23-26].



Рис. 1.9. – Сепаратори НВФ «Продекологія»: а – барабанний, б – валковий, г – роликовий.

1.2. Загальні відомості та технологічна вивченість марганцевих шламів шламосховища ім. «Максимова».

Шламосховище РЗФ ім. Максимова розташовано в східній частині Нікопольського родовища марганцевих руд, у межах Нікопольського адміністративного району Дніпропетровської області, в 6-ти км від м. Марганець. Площа сховища становить близько 0,7 кв.км.

У районі Нікопольського родовища широко розвинена гірничодобувна, металообробна, трубопрокатна, машинобудівна й легка промисловість,

промисловість місцевих будівельних матеріалів, а також механізоване сільське господарство.

Описуваний район перетинає лінія електрифікованої Придніпровської залізниці, а також мережа поліпшених ґрунтових і шосейних доріг.

З м. Марганець шламосховище РЗФ ім. Максимова зв'язане асфальтованою й залізничною дорогами.

Рельєф поверхні району рівнинний (переважні абсолютні позначки 70-90м), розсічений балками і ярами: Грушевська, Басанська, Березнеговата та їхніми відрогами.

Клімат району помірно-континентальний і характеризується холодною, нестійкою зимою й спекотним літом (середня річна температура 9-12°C. Мінусові температури в січні - до -34°C, максимальна в серпні - +39°C. Середньорічна кількість опадів 428-464мм.

Протягом року переважають вітри східного й північно-східного напрямків. Максимальна швидкість - 30м/сек.

Описуване шламосховище перебуває в досить вигідних економічних умовах. У безпосередній близькості перебувають Донецький кам'яновугільний й Криворізький залізрудний басейни, а також великі індустриальні центри: Дніпропетровськ, Дніпродзержинськ, Запоріжжя, Кривий Ріг, Маріуполь і ін., що є споживачами марганцевої руди для металургійної промисловості.

У безпосередній близькості від шламосховища РЗФ ім. Максимова перебуває Марганецький гірничо-збагачувальний комбінат, що збагачує марганцеві руди Грушевско-Басанської ділянки - найбільшої в східній частині Нікопольського родовища по своїх розмірах і запасах.

Заповнення шламосховища завершене в 1962р. Запаси шламі становлять 9528,5 тис. т у вологому стані, або 7089,7 тис. т сухої ваги. Шлами залягають у вигляді горизонтального шару потужністю від 3,6 до 16,4м. Середня вологість становить 25,69%. Щільність становить 2890-2950 кг/м³, об'ємна щільність - 1680 кг/м³. [27]

Вміст марганцю в шламах у середньому становить 13,6%, фосфору - 0,154%.

В 1963 р. проводилися дослідження з можливості збагачення марганцевих шламів Максимовских ставків. У лабораторних і напівпромислових умовах виконані дослідження зі збагачення шламів флотационним методом. Флотація проводилася дешламованого продукту по класу -0,02 мм із застосуванням збирача - емульсола в суміші з дистильованим таловим маслом або кубових кислот. Витрата реагентів складала: емульсол - 4 кг/т, ДТМ - 1,2 кг/т, Дсрас - 0,2 кг/т, рідке скло - 1,5 кг/т. З вихідної проби з масовою часткою марганцю 14,8 %, отриманий концентрат у кількості 18,5 %, з масовою часткою марганцю - 38,9 %, фосфору - 0,244% SiO₂- 10,4 %. Витяг марганцю в концентрат склав - 48,7 %, у клас мінус 0,02 мм - 41,2 %, у хвості флотації 11,1 %.[27]

В 1967 р. проводилися дослідження двох проб, одна проба була взята із центральної частини, а друга - з периферійної частини ставка. Проби відрізнялися гранулометричним складом. У пробі центральної частини класу плюс 0,16 мм - 82,8 %, а в пробі периферійної частини 5,4 % і 55,6 % класу мінус 0,02 мм. Для грубозернистої проби рекомендована магнітно-гравитаційно-флотаційна схема, для дрібнозернистої проби - флотаційна, з попередньою дешламацією по класу 0,02 мм.

Вихід концентрату відсадки склав 10 %, флотаційного 9,8 %. Масова частка марганцю відповідно 43,5 і 43,3 %, вилучення марганцю 35,1 і 34,2 %. Вилучення марганцю в сумарний концентрат становило - 69,3 %.

На дослідній фабриці інституту "Механобрчермет" в 1980-1981р. були проведені напівпромислові випробування по 4 варіантам схем збагачення проби марганцевих шламів. У якості раціональної обрана схема магнітного збагачення шламів, класифікованих за крупностями 3-0,5 і 0,5-0,02 мм, що забезпечує одержання 28,65 % концентрату з масовою часткою 32,7 % марганцю, при витягу Mn - 71,3 %. Хімічне дозбагачення класу мінус 0,5 мм магнітного концентрату дитіонатним методом дозволяє підвищити масову

частку марганцю в сумарному концентраті до 49,7 %. Виконані техніко-економічні розрахунки показали, що строк окупності капітальних вкладень у цьому випадку складе 6,3 роки.

Аналізуючи раніш виконані дослідження потрібно відмітити наступне: на шламосховищі є ділянки, представлені грубозернистим і мулистим продуктами. Грубозернисті шлами (крупністю 3-0,5 мм) можливо ефективно збагачувати магнітно-гравітаційними методами з одержанням концентратів I й II сортів. Вилучення марганцю в концентрат не перевищує 70 %. Мулисті шлами (крупністю 0,5 -0,02 мм) вимагають більше глибоких методів збагачення - магнітного, флотационного або хімічного. Бідні концентрати магнітного збагачення дозбагачуються хімічним методом.

У цілому показано, що при механічних способах збагачення вихід сумарного концентрату становить від 26,6 до 32,5 % з масовою часткою марганцю 32,1 і 21,8 %. При хімічному способі збагачення вихід концентрату отриманий 20,2-19,1 % з масовою часткою марганцю 52,0 %.

Збагачення марганцевих руд і шламів є складним і багатокомпонентним процесом, що вимагає застосування різноманітних методів залежно від складу руди, її сорту і технологічних умов. Розвиток технологій збагачення, зокрема, гравітаційне збагачення, флотація, магнітне збагачення, а також інновації у галузі гідрометалургії і переробки шламів, дозволяють значно покращити ефективність та зменшити екологічний вплив цієї галузі.

1.3. Висновки за розділом

1. Марганець – важливий метал, який знаходить широке застосування в металургійній промисловості, зокрема в виробництві сталі, де він є необхідним легуючим елементом.

2. Україна є одним з лідерів країн Європи з видобутку та переробки марганцевої руди та є одним з експортерів цієї сировини до європейських країн.

3. Основні родовища руди марганцю зосереджено у Нікопольському районі. Концентрати, які отримують при переробці оксидних руд містять від 37 до 45% Mn, а карбонатних від 29 до 31% Mn.

4. Основними методами збагачення марганцевих руд є: гравітаційне збагачення, флотаційне збагачення та мокра магнітна сепарація.

5. Основними факторами, що впливають на ефективність збагачення та вибір схеми переробки, є характер і склад руди, наявність домішок, а також вибір оптимальних технологій для кожного типу руди.

6. Переробка марганцевої руди відбувається, переважно, за комбінованою схемою збагачення, яка передбачає дроблення з попередньою класифікацією, промивку, гідравлічну класифікацію, магнітне та флотаційне збагачення.

7. Розроблені різні конструкції сепараторів, зокрема сепаратори для слабомагнітних матеріалів. Основні напрямки їхньої розробки орієнтовані на:

- використання надпровідних магнітних систем;
- використання постійних магнітів з високою магнітною енергією;
- сполучення магнітної сили з іншими фізичними силовими полями;
- модернізацію конструкцій сепараторів.

8. У цей час в Україні магнітні сепаратори, з високою інтенсивністю магнітного поля, виготовляє НПФ «Продекологія». Застосування постійних магнітів високої енергії на основі сплаву Nd-Fe-B, а також певним чином підібрана конфігурація магнітної системи забезпечує одержання магнітних сил на робочій поверхні сепараторів: барабанних – $0,3-1,4 \times 10^{13}$ А2/м3, роликівих – $(2,2-3,8) \times 10^{14}$ А2/м3, при індукції магнітного поля на робочій поверхні 0,4-0,8 Тл і 0,7-1,2 Тл відповідно.

9. Шламосховище РЗФ ім. Максимова розташовано в східній частині Нікопольського родовища марганцевих руд, у межах Нікопольського адміністративного району Дніпропетровської області.

10. Для грубозернистої проби рекомендована магнітно-гравітаційно-флотаційна схема, для дрібнозернистої проби - флотаційна, з попередньою дешламацією по класу 0,02 мм.

РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Загальна характеристика Марганецького родовища.

Марганецьке родовище розташоване поряд з м. Марганець - з півдня, сходу й заходу від нього, на вододілі рік Дніпро й Томаковка. З півдня родовище окреслено берегом Каховського водоймища, а з півночі - границею розподілу палеогенових відкладень. До складу родовища входять Грушевско-Басанська, Комінтерн-Мар'євська, Максимо-Тимошевська, Новоселовська і Миколаївська ділянки. Промислове значення в цей час мають дві перших ділянки, інші відпрацьовані. Запаси марганцевих руд Комінтерн-Мар'євської ділянки також майже вичерпані, тут значаться лише 1,6 % запасів Марганецького родовища. Руди представлені карбонатними різновидами, їх поклади знаходяться в заплаві р. Дніпро з несприятливими гідрогеологічними умовами. [27]

Район Марганецького родовища складений докембрійськими породами Українського щита (в основному мігматитами, плагіогранітами, сланцями й ін.), мезо-кайнозойскою корою вивітрювання (каолінами) і осадовими палеоген-неогеновими й антропогеновими відкладеннями (пісками, глинами, вапняками, мергелями, лессовидними суглинками).

Для глибинної тектоніки району характерна блокова будова кристалічного фундаменту, до депресійних ділянок якого присвячені рудні поклади: Грушевско-Басанські до Томаковської, а Комінтерн-Мар'євські до Городищенської депресії. Простежені невеликі тектонічні порушення типу східчастих скидань у надрудній товщі порід (від надрудних олігоценових глин до антропогенових суглинків включно) . Очевидно, цей прояв загасаючих потугів по глибинним розламам у блоковій структурі Українського щита, пов'язаних з формуванням олігоцен-четвертинної

структури Причорноморської западини. Формування родовища тісно пов'язане з тектонічним режимом, що існував у майкопський час на півдні Східно-Європейської платформи. [27]

Геологічні дослідження в сполученні з інструментальною зйомкою покрівлі й підшви рудного покладу (на Грушевському й Басанському кар'єрах і шахтах №№ 2, 3, 4-7) дозволяють говорити про тісний зв'язок з рельєфом морського дна, де йшло нагромадження рудоносних покладів. Так, на ділянці з порівняно спокійним заляганням підшви будова й потужність рудного пласту майже не змінюється, на відміну від ділянок зі складною гіпсометрією. На півночі Грушевсько-Басанської ділянки (Басанський кар'єр, шахти № 2, 3, 8) нахил на південь більш менш рівномірний на більшій частині площі, потужність і будова пласту майже не змінюється. Середня потужність пласту на півночі Грушевсько-Басанської ділянки становить 1,8 м, максимальна потужність (більше 3 м) присвячена до центральної, найбільш зниженої його частини й до вузьких смуг (западин) уздовж контуру рудного покладу на сході й заході. [27]

Як і на всім родовищі, на Грушевсько-Басанській ділянці рудний шар у вертикальному розрізі неоднорідний, складений трьома пачками розділеними одна від одної прошарками й лінзами глини нонтронітового складу. Нонтроніт часто утворює округлі стягнення концентрично-шкорлупкової будови, що нагадують рудні конкреції середньої пачки. Нерідко в зоні оксидно-карбонатних руд нонтронітового прослою, між верхньою й середньою пачками зустрічаються конкреції нонтроніта, зцементовані опалом і халцедоном. Ядром їх, як правило, є округлої форми міцний гетит коричнево-шоколадного кольору. Діаметр гетитового ядра 0,4-0,7 см, а нонтронітових конкрецій - 3-7 см. [27]

Відповідно до планів потужності, побудованим у геологорозвідувальних організаціях, потужність рудного шару на півдні Грушевсько-Басанської ділянки зменшується до 1-2 м. Однак при більш уважному вивченні розрізів скважин, пробурених в 1956-1958 р., виявлено, що в рудний пласт не

включалася нижня його частина потужністю до 1,6 м, відділена від верхньої слоєм піщаної глини потужністю до 0,4-0,6 м. Вміст рудних стягнень у нижній пачці незначний, до того ж концентруються вони в її підшві, тому вона не включалася до складу рудного шару. Отже, у південному напрямку потужність рудного шару не зменшується, а збільшується внаслідок появи безрудного шару піщаної глини й збільшення частки піщано-глинистої породи в підшві шару, тобто в південному напрямку відбувається поступове збіднення нижньої частини пласту піщано-глинистими породами й фаціальне його виклинцювання. [27]

У рудному шарі встановлені кріптомелан, манганокальцит, родохрозит, кальцієвий родохрозит, манганіт, піролюзит, тодорокіт, марганцевий доломіт, гідрокріптомелан, манганосидерит.

2.2. Мінеральний склад і текстурні особливості руд.

Окисні руди

Окисні руди поширені на більшій частині розвіданої площі Нікопольського родовища. Рудний шар окисної руди представлений рудними стягненнями неправильної кутастої форми різних розмірів, суцільними рудними прошарками, що досягають по потужності 1-1,5 м, незначною кількістю конкреційно-шкарлупковими стягненнями і землистою тонкодисперсною рудною речовиною, зцементовану глинистим або піщано-глинистим матеріалом. Рудний шар родовища складають також цементаційні руди. До них відносяться зцементовані кальцитом різновиду грудкових, пізолітових і конкреційних руд, що одержали місцеву назву «присухи». [27]

На родовищі виділяються окремо цементаційні руди, що утворилися в результаті цементації піщано-кварцового матеріалу марганцевими мінералами. Ці руди залягають головним чином у нижній частині рудного шару на контакті з підстилаючими пісками.

Грудкова (желвакова) руда. Це найпоширеніший різновид окісної руди, складається з рудних стягнень неправильної форми, ув'язнених у піщано-алевритово-глинистій породі або землистій руді. Грудкові руди залягають у рудному пласті шарами, що мають потужність від декількох сантиметрів до метра. Розмір рудних шматків коливається в широких межах - від декількох міліметрів до 20 мм, іноді досягає 20-50 см і більше. Форма шматків неправильна, кутаєста. Поверхня їх нерівна, будова кавернозна, ячійна, пориста. Переважають ячійки неправильної округлої форми розміром 2-25 мм, рідше крупніші. [27]

Каверни, ячійки й пори заповнені нерудним піщано-глинистим матеріалом або майже порожні.

Інший значно менш розповсюджений різновид грудкових руд є масивні стягнення зі згладженими формами - жовна. Відносна кількість рудних стягнень і вмещаючої породи у шарі грудкової руди буває різне. Звичайно рудний матеріал трохи переважає над вмещаючою породою. Місцями шматки впритул прилягають друг до друга, складаючи весь шар, а в деяких місцях переважає вмещаюча піщано-глиниста порода або землиста рудна маса, рудних шматків мало.

Слід зазначити, що в основній рудній масі є включення уламкових зерен кварцу, польових шпатів і тонкодисперсних включень глинистої речовини. Розмір нерудних включень від сотих долей до 1-2 мм. Серед уламкових зерен, як правило, переважає кварц (90-95 %). [27]

Рудні мінерали грудкових руд представлені мінералами групи псиломелану-вернадіту з домішкою манганіту й піролюзиту. Рудні шматки, що складаються із псиломелану-вернадіту, мають невисоку механічну міцність, об'ємну вагу 2-3 і низький вміст марганцю (26-35%).

Домішка піролюзиту або манганіту в грудковій руді звичайно поліпшує її якість. Вміст марганцю в таких шматках становить 43-46 %.

Пізолітові й конкреційні руди. Пізолітові й конкреційні руди представлені концентрично-шаруватими стягненнями, включеними в

піщано-глинисту породу або землисту руду. Шари пізолітових і конкреційних руд мають потужність від декількох сантиметрів до 1-2 м.

Розмір рудних стягнень від дрібних оолітів діаметром менш ніж 1 мм до крупних конкреційних утворень, розміром до 150 мм у поперечнику. Конкреції й пізоліти розподіляються в рудному шарі рівномірно або нерівномірно. Деякі шари складаються суцільно з конкрецій припасованих друг до друга, але частіше конкреції розділені вмещаючою породою, або розсіяні в ній. [27]

Вмещаючою породою як правило, є глиниста речовина, представлена нонтронітом і гідрослюдою. Глина часто містить тонкодисперсні гідроокисли марганцю, що забарвлюють її в чорні кольори. Іноді вмещаюча глинясто-піщаниста порода конкреційних руд зцементована кальцитом.

Пізоліти мають округлу форму або слабкосплюснуту на зламі концентричну шаруватість, іноді шкарлупкову будову. У центрі пізолітів майже завжди увязнене зерно кварцю.

По мінеральному складу встановлено три різновиди пізолітових руд: манганітові, манганіт-піролюзитові й піролюзитові. Вміст марганцю в манганітові й піролюзитових пізолітах коливається в межах 50-56 %.

Манганіт-піролюзитові пізоліти представляють проміжний продукт перетворення манганіту в піролюзит у результаті окислювання. Обидва мінерали тісно пов'язані один з одним.

Конкреції здебільшого мають форму кулясту, еліпсоїдальну, поверхня їх горбиста. Будова концентрично-шкарлупкова. У порах і концентричних тріщинах конкреції часто мають включення залізистої глини або землистого кальциту. [27]

Мінеральний склад конкрецій - манганітовий, манганіт-піролюзитовий і піролюзитовий. Великі конкреції неоднорідні по мінеральному складу. Ядро таких конкрецій представлене манганітом, піролюзитом або скритнокристалічною сумішшю цих мінералів, а зовнішня частина - мінералами групи псиломелана-вернадіта. Через таку будову й склад дрібні й

середні конкреції дають руди більш високої якості, чим великі конкреції. Структура рудної речовини конкреції звичайно грубозерниста, рідше тонко- і дрібнозерниста. Вміст марганцю в конкреціях коливається від 46 до 50 %.

Землиста руда. Перебуває в рудному шарі у вигляді тонкодисперсних рудних часток, розсіяних у вміщуючій піщано-глинистій породі, або насичуючи піщано-глинистий шар. Така землиста руда містить дрібні рудні агрегати - крупинки величиною від долей до декількох міліметрів.

Окисні й землисті руди за їхні чорні кольори називають попільнистими. Вони складені переважно гідроокислами марганцю типу вернадіту й псиломелану. Залежно від вміщуючої породи, розрізняються глинисті й піщані землисті руди. Перші називаються попільно-глиняні, другі попільно-піщані. Обидва різновиди землистих руд бідні марганцем. Звичайно вміст марганцю в них не перевищує 10-15 %.[27]

Руда, зцементована кальцитом. Деякі ділянки рудного шару в піддалися цементації карбонатом кальцію. Такі ділянки присвячені головним чином до окраїн рудних покладів. Ця руда погано збагачується промиванням і відсадженням. У зв'язку із цим шари такої руди, що лежить у підшви, нерідко залишають у надрах. Вміст марганцю в ній невисокий - від 7,0 до 16,0 %.[27]

Цементацийна руда. До цементацийної руди відносять прослойні й грудкові руди в рудних агрегатах яких міститься значна кількість кварцових і полевошпатових піщаних зерен розміром 0,3-5 мм. Ці руди присвячені до підшви рудного шару, потужність їх не перевищує 0,5м.

Хімічний склад митої цементацийної руди залежить від вмісту в ній кварцових і інших нерудних часток. Вміст марганцю в цих рудах невисокий 15-20%, а SiO₂ більше 50%.

Суцільна руда. Суцільні руди залягають у рудному шарі у вигляді одиночних прослоїв, що мають потужність від декількох сантиметрів до 0,5м.

Мінеральний склад, текстура й структура суцільних руд такі, як у грудкових руд. Вміст марганцю в них коливається від 32 до 50%.

Карбонатні руди

Грудкова (желвакова) карбонатна руда. Грудкові руди - найпоширеніший різновид карбонатних марганцевих руд. Залягають вони в рудному шарі прослоями потужністю від 20-30 см до 2-4 м.

Шматки й жовна увязнені в переважаючій кількісно пухкій глинистій піщанистій масі. Жовна мають неправильну, округлу, кутасту форму й включають велику кількість дрібних зерен нерудних мінералів. Карбонатні жовна найчастіше мають кавернозну крупно- і дрібно-ячійну будову. Порожнини найчастіше заповнені глинистим матеріалом. Кольори карбонатної тканини жовен від світло- до темно- сірого, часто із зеленуватим або жовтуватим відтінком. Вміст марганцю в карбонатних жовнах коливається від 24 до 27%, SiO₂ не перевищує 9 %.[27]

Мінеральна структура жовен представлена шматками карбонатної марганцевої руди, включеними в глинисту або вміщуючу піщано-глинисту породу, з незначною домішкою оксидних рудних мінералів.

По текстурним особливостям у карбонатних рудах виділяються пористо-ячійна (переважаюча), масивна (суцільна) і конкреційна різновиди. Найбільш багатими за вмістом марганцю є рудні утворення масивної текстури. Вміст марганцю в них коливається від 19,0 до 34,1 %, кремнезему від 3,3 до 11,0 %, у рудних утвореннях конкреційної і пористо-ячійної текстури відповідно від 11,9 до 33,0 % марганцю й від 3,1 до 11,0 % кремнезему. [27]

Рудні карбонати представлені манганокальцитом і кальцієвим родохрозитом дрібнокристалічної і пелітоморфної структури. Переважаючим рудним мінералом є манганокальцит. Домішка оксидних утворень представлена в основному конкреціями й оолітами манганітового складу. Псилометан установлений у вигляді пелітоморфних і скритнокристалічних мас у карбонатних утвореннях.

Нерудні включення у всіх текстурно-мінералогічних різновидах - кварц, глауконіт, монтморілоніт, пірит. Нерідко в карбонатній тканині присутні гідроокисли заліза (гетит, гідрогетит) у вигляді тонкодисперсних включень й прожилків. Переважний нерудний мінерал - кварц. Розмір зерен його коливається в широких межах (від 0,02 до 1,5-2 мм). Найбільше часто зустрічаються зерна розміром 0,03-0,15 мм. Включення нерудних зерен у рудній тканині нерівномірне (від одиничних до густо-густо-вкраплених скупчень). [27]

2.3. Мінеральний склад вихідних марганцевих шламів.

Основні окисли шламів пов'язані із псиломеланом, піролюзитом, карбонатами марганцю й, у меншому ступені, манганітом. Залізо в шламах пов'язане з наявністю глауконіту, піриту, марказиту й гідроксидів заліза.

Вихідні шлами представлені сумішшю зернистого й тонкодисперсного матеріалу. У зернистій частині морфологія зерен кутасти й напівкутаста, рідше округла. Іноді рудні зерна представлені уламками оолітів і пизолітів.

Зерниста частина шламів складається із кварцу й польових шпатів (70-71 %), гідрооксидів марганцю (до 24 %) і карбонатів марганцю (5,5-6 %).

Гідрооксиди й оксиди марганцю представлені мінералами групи псиломелану, у меншій кількості піролюзитом і манганітом.

У крупних класах (+0,5 мм) піролюзит і манганіт перебувають у вигляді концентрично-шаруватих стягнень. Порожнечі й поверхня великих рудних зерен іноді засіяні дрібними кристаликами піролюзиту й манганіту. Гідрооксиди марганцю іноді містять карбонатне ядро, або проростають карбонатом, часто зерна рудних мінералів (в основному псиломелану) містять дрібні (-0,07 мм) включення кварцу.

У дрібних класах (-0,5 мм) зустрічаються зерна псиломелану рудуватого кольору (за рахунок гідрооксидів заліза) і бурувато-коричневого, часто із глинистими включеннями. Вони бідніше по вмісту марганцю. По даним

рентгенофазового аналізу в цій крупності манганіт і піролюзит практично відсутні.

Глинисті мінерали по складу відносяться до гідрослюд. По самим гідрослюдам і по деяким залізовмісним марганцевим мінералам, карбонатом розвиваються гідрооксиди заліза (лімонит, гідрогетит і ін.)

Карбонати представлені в широкому діапазоні - від кальциту до кальцієвого родохрозиту, переважає манганокальцій. Поверхня карбонатних зерен часто покрита чорною плівкою оксиду марганцю (піролюзиту). Зустрічаються зростки карбонату з рудними мінералами й кварцом.

Кварц представлений здебільшого у вигляді окатаної форми зерен, іноді в "сорочці" марганцевих мінералів або усередині рудних зерен. Кварцу багато у всіх класах крупності, але основна його маса зосереджена в крупності +0,5 мм - 83,9 % від усього кварцу, у крупності -0,5+0,05 мм - 11,3%, у шламах ~ 5 %.

Головні фізико-механічні властивості шламів наведені в табл. 2.1.

Хімічний і мінеральний склад вихідних марганцевих шламів наведено в табл. 2.2 і 2.3.

Таблиця 2.1. – Головні фізико-механічні властивості шламів

Параметр	Одиниця вимірювання	Інтервал коливань параметру		
		від	до	середнє
Насипна густина	т/м ³	1,33	1,93	1,68
Дійсна густина	т/м ³	2,89	2,95	2,97
Вологість	%	5,72	42,0	25,69
Повна поверхня	м ² /кг	139,9	485,7	321,8

Таблиця 2.2. – Хімічний склад марганцевих шламів

Вміст хімічних елементів, %															
Mn	MnO	MnO ₂	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	BaO	K ₂ O	Na ₂ O	P	S	CO ₂	п.п.п
13,0	2,8	17,8	50,2	0,112	9,5	3,3	2,69	3,61	0,1	2,3	0,54	0,173	0,001	1,9	7,3

Таблиця 2.3. – Фазовий мінеральний склад

Вміст, %													
Сума рудних мінералів		Рудні мінерали								Нерудні мінерали			
		Псіломелан		Манганіт		Піролюзит		Манганокальцит		Гідрооксиди заліза	Фосфати	Кварц	Сілікати та інші
M	Mn	M	Mn	M	Mn	M	Mn	M	Mn				
25,0	13,0	15,5	9,2	1,5	0,9	4,5	2,8	3,5	0,2	3,7	1,1	27,2	42,8

2.4. Методи досліджень

При проведенні досліджень застосовувалися наступні методи: структурного моделювання - для синтезу фізичних властивостей кожної окремо взятої вузької фракції матеріалу; теорії масопереносу й теорії імовірності - для визначення сепараційних характеристик рудних і породних різновидів; імітаційне моделювання - процес вилучення магнітних фракцій у ході магнітного аналізу; хімічний, мінералогічний і магнітний аналіз вихідних шламів й продуктів розділення при експериментальних дослідженнях; експериментальний - при стендових дослідженнях процесу магнітної сепарації на лабораторному модулі; статистичний аналіз - при порівнянні основних технологічних властивостей текстурно-структурних різновидів шламів.

При вивченні фізичних властивостей марганцевих шламів визначались:

Дійсна густина мінеральної сировини: для класів крупності +1 мм визначалась за середнім значенням дійсної густини окремих грудок вихідної сировини; для дрібнозернистого класу крупності -1 +0 мм використовувався пікнометричний метод, який оснований на вимірюванні маси порожнього пікнометру, наповненого рідиною і при заміні частини рідини пробою досліджуваного матеріалу.

Насипна густина шламів визначалась методом ріжучого циліндра.

Мінералогічний аналіз виконувався в два етапи. Перший етап - макроскопічне дослідження, що полягає в візуальному дослідженні штуфного матеріалу мінералогічної проби неозброєним оком; на другому етапі використовувалося мікроскопічне дослідження - під мікроскопом досліджувались класифіковані наважки матеріалу, результати піддавались кількісному аналізу.

Хімічний аналіз на основні елементи, характерні для даного родовища руд.

Для визначення показників розділення виконувався магнітний аналіз за допомогою ручного магнітного аналізатора.

2.5. Висновки за розділом

1. Марганецьке родовище розташоване поряд з м. Марганець. До складу родовища входять Грушевско-Басанська, Комінтерн-Марьєвська, Максиміо-Тімошевська, Новоселовська і Миколаївська ділянки.

2. Окисні руди поширені на більшій частині розвіданої площі Нікопольського родовища. Рудний шар окисної руди представлений рудними стягненнями неправильної кутастої форми різних розмірів, суцільними рудними прошарками, що досягають по потужності 1-1,5 м.

3. На родовищі виділяються окремо цементацийні руди, що утворилися в результаті цементації піщано-кварцового матеріалу марганцевими мінералами. Ці руди залягають головним чином у нижній частині рудного шару на контакті з підстилаючими пісками.

4. Рудні мінерали грудкових руд представлені мінералами групи псиломелану-вернадіту з домішкою манганіту й піролюзиту. Рудні шматки, що складаються із псиломелану-вернадіту, мають невисоку механічну міцність, об'ємну вагу 2-3 і низький вміст марганцю (26-35%).

5. Грудкові руди - найпоширеніший різновид карбонатних марганцевих руд. Залягають вони в рудному шарі прослоями потужністю від 20-30 см до 2-4 м. Вміст марганцю в них коливається від 19,0 до 34,1 %, кремнезему від 3,3 до 11,0 %.

6. Основні окисли шламів пов'язані із псиломеланом, піролюзитом, карбонатами марганцю й, у меншому ступені, манганітом. Залізо в шламах пов'язане з наявністю глауконіту, піриту, марказиту й гідроксидів заліза.

7. Зерниста частина шламів складається із кварцу й польових шпатів (70-71 %), гідроксидів марганцю (до 24 %) і карбонатів марганцю (5,5-6 %).

8. При вивченні фізичних властивостей марганцевих шламів визначались дійсна густина мінеральної сировини, насипна густина шламів, мінералогічний аналіз, хімічний аналіз, магнітний аналіз.

РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАРГАНЦЕВОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИЛУЧЕННЯ МАРГАНЦЮ З ХВОСТІВ ЗБАГАЧЕННЯ

3.1. Відбір проб марганцевих шламів та методика вивчення речовинного складу, фізичних і фізико-механічних властивостей.

З метою визначення можливості збагачення марганцевих шламів була відібрана валова проба зі шламосховища «Максимовські стави». [28]

Для відбору представницької проби поверхня шламосховища була умовно розділена на квадратні ділянки. У вершині кожного умовного квадрату знімався шар дерну на глибину приблизно 1 м і відбиралася точкова проба вагою близько 500-750 кг.

Далі точкові проби завозились на підготовлену площадку для формування загальної проби. Розташування кожної часткової проби було заздалегідь сплановане таким чином, щоб забезпечити оптимальне усереднення загальної проби при змішуванні часткових проб за допомогою фронтального навантажувача.

До початку процесу змішування з кожної часткової проби, згідно стандартних методик відбору, були відібрані лабораторні проби для визначення гранулометричних і фізичних характеристик марганцевих шламів по кожній точці окремо.

Загальна проба марганцевих шламів піддавалася скороченню, згідно зі стандартними методиками, до маси близько 4 т.

Підготовка проби досліджуваного матеріалу.

Маса представницької аналітичної проби руди для вивчення речовинного складу залежить від розміру найбільших шматків присутніх у

досліджуваному матеріалі й визначається по формулі:

$$q = kd_{\max}^2 \quad (3.1)$$

де q - мінімальна маса, кг;

k - коефіцієнт, що залежить від ступеня неоднорідності досліджуваного матеріалу;

d_{\max} - максимальний розмір шматків досліджуваного матеріалу, мм.

Відібрана для досліджень проба матеріалу піддається розсіву згідно стандартних методик на ситах із розмірами отворів: 3; 1; 0,5; 0,16; 0,07 та 0,05 мм. Кожний клас крупності зважується й у ньому визначається масова частка марганцю.

Визначення фізичних властивостей марганцевих шламів.

Дійсна густина мінеральної сировини δ є відношенням ваги твердої фази до об'єму її V [29]:

$$\delta = m/V, \text{ кг/м}^3. \quad (3.2)$$

Дійсну густину класів крупності +1 мм визначали за середнім значенням дійсної густини окремих кусків вихідної сировини. Для цього робимо представницьку навіску класу +1 мм масою 400 г. (279 кусків) Потім зважуємо кожен кусок спочатку без води, а потім зануреним у воду.

Для зважування до точності до 0,01 – 0,02 г використовували аптекарські ваги. Густина окремих кусків визначали за формулою [29]:

$$\delta = m_1\Delta / (m_1 - m_2), \text{ кг/м}^3 \quad (3.3)$$

де m_1 – маса куска без води, кг; m_2 – маса куска у воді, кг; Δ – густина води, кг/м³.

Для визначення дійсної густини дрібного класу крупності -1+0 мм використовували метод пікнометру, який заснований на вимірюванні маси порожнього пікнометру, потім його наповнюють рідиною, а потім замінюють частину води марганцевою пробєю [29]:

$$\delta = \frac{m_3 - m_1}{(m_4 - m_3) - (m_2 - m_1)} \cdot \Delta \quad (3.4)$$

де δ – дійсна густина матеріалу марганцевої проби, кг/м³; Δ – густина води, кг/м³; m_1 – маса пікнометра пустого, кг; m_2 – маса пікнометра з водою, кг; m_3 – маса пікнометра з пробєю марганцевої сировини, кг; m_4 – маса пікнометра з водою та пробєю марганцевої сировини, кг.

Для зважування готується три представницькі наважки масою близько 750-800 г. Середнє значення одержаних результатів і буде дійсною густиною дрібного класу крупності марганцевої сировини.

Дійсну густина марганцевих шламів визначаємо за допомогою методу пікнометру згідно з зазначеною методикою.

Насипну густина марганцевих шламів визначали методом ріжучого циліндра. Використовуваний метод характеризується тим, що поверхня марганцевих шламів зрізається і вирівнюється на рівні 10 см, а потім, циліндр, що ріже втискають у марганцеві шлами рівнем з краєм. Потім цей циліндр, наповнений матеріалом просто підіймається на поверхню. Края циліндру очищають і видаляють залишок та у подальшому визначають насипну густина вологих марганцевих шламів за наступною формулою [29]:

$$\delta_{н/в} = (m_2 - m_1) / V, \text{ кг/м}^3, \quad (3.5.)$$

де m_1 – маса пустого циліндра, кг;

m_2 – маса наповненого шламами циліндра, кг;

V – об'єм циліндра, м³.

Вологість марганцевих шламів визначалася шляхом їх висушування. Насипна щільність сухих марганцевих шламів розраховується за наступною формулою [29]:

$$\delta_{н/с} = \delta_{н/в} / (1 + W_t^r), \text{ кг/м}^3, \quad (3.6.)$$

де W_t^r - вологість марганцевих шламів.

Мінералогічне вивчення здійснювалось за два етапи. На першому етапі було виконано макроскопічне дослідження, яке засноване на візуальному огляді вихідних марганцевих шламів. Другий етап передбачав дослідження під мікроскопом. [29]

Орієнтовна оцінка марганцевих шламів здійснювалась за рахунок підрахунку зерен мономінералів та мінеральних зростків на площі 0,1 дм². Разом з цим необхідно зазначати у зростках об'єм рудного мінералу. Після цього розраховують за наступними формулами вміст кожного мінералу (об'ємний і масовий) [29]:

$$N = n_1 + n_2 , \quad (3.7.)$$

$$V = \frac{n_1}{N} \cdot 100 , \% \quad (3.8.)$$

$$M = \frac{V\delta_1}{\delta_0} , \% \quad (3.9.)$$

де N, n_1, n_2 – відповідно загальна кількість зерен, кількість зерен марганцевого мінералу, кількість зерен мінералу порожньої породи; V – вміст мінералу марганцю в об'ємі, %; M – вміст мінералу марганцю в масі, %; δ_1, δ_0 – відповідно щільність марганцю і вихідної сировини, кг/м³.

Методика проведення магнітного аналізу у магнітному полі з відкритим градієнтом.

Для знаходження показників збагачення магнітний аналіз здійснюється використовуючи ручний магнітний аналізатор (рис. 3.1). Цей апарат виділяє магнітну фракцію у діапазоні магнітної індукції 0,1-1,0 Тл. Він складається з: 1 – корпус; 2 - магнітний блок; 3 - феромагнітний концентратор; 4 – високоінтенсивний магніт; 5 – вісь; 6 - регулювальна гайка; 7 – стрілка; 8 – шкала.

Підготовлена наважка матеріалу (1-3 кг) розкладається моношаром на рівній поверхні. Магнітний аналізатор рівномірно переміщається над всією поверхнею, зерна мінералів, які притягуються до магнітного аналізатора, зчищаються щіткою в окрему ємність з немагнітного матеріалу. Саме розділення відбувається до повного вилучення магнітної фракції при відповідному показі індукції магнітного поля. Наступним кроком є підвищення значення магнітної індукції, а саме розділення відбувається на

матеріалі, який залишився. Таким чином, при різних показках магнітної індукції 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 і 1,0 Тл можливо виділяти фракції з різною магнітною сприйнятливістю. Той продукт, який залишився – це немагнітний матеріал.

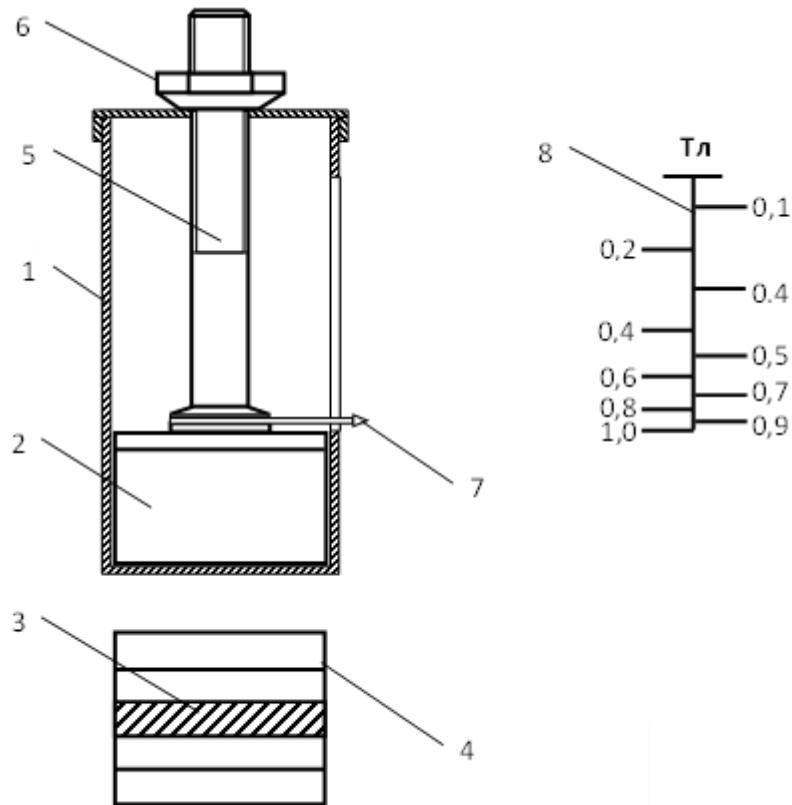


Рис. 3.1. – Ручний магнітний аналізатор

Всі отримані продукти зважуються, у кожному з них визначається вміст марганцю. За результатами аналізу визначаються якісно-кількісні показники магнітного розділення (вихід, вміст марганцю), будуються графічні залежності показників розділення від індукції магнітного поля.

Після усереднення представницька валова проба була розділена на дві частини. Одна частина проби була за складована (як резерв для проведення додаткових досліджень), інша піддавалась лабораторним дослідженням. Визначався гранулометричний склад, фізичні та фізико-механічні властивості марганцевих шламів. [28]

З цієї ж проби були взяті представницькі наважки для проведення випробовувань на лабораторній установці.

3.2. Лабораторні дослідження процесу магнітної сепарації.

Опис лабораторної установки для вивчення процесу мокрої магнітної сепарації.

Для вивчення процесу мокрої магнітної сепарації був виготовлений лабораторний валковий сепаратор ПВС/М 39/11 (рис. 3.2., табл. 3.1.). Лабораторний магнітний сепаратор складається з несучої рами, завантажувального бункера із шибером (3), вібраційного живильника (2). На несучій рамі встановлений валок (1) з магнітною системою з постійних магнітів високої енергії. Валок приводиться в обертання електродвигуном постійного струму через редуктор і пасову передачу. Для знімання магнітної фракції встановлений спеціальний знімач (4). Для регулювання частоти обертання валка використовується випрямляч. [28]

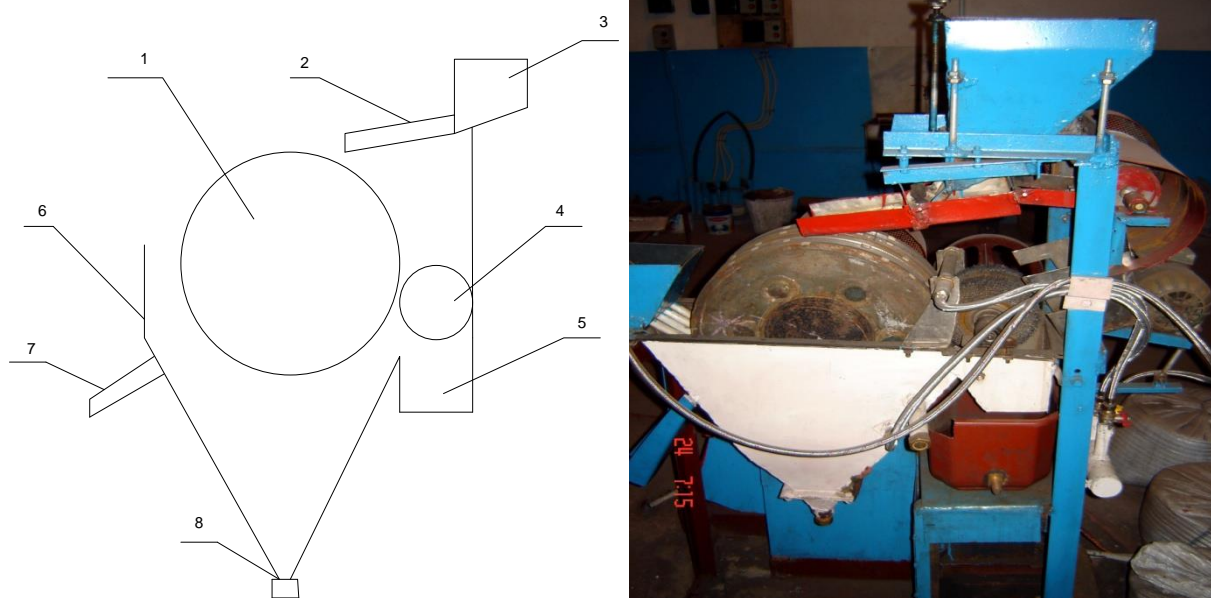


Рис. 3.2. – Схема та загальний вигляд лабораторного валкового сепаратора

Таблиця 3.1. – Технічна характеристика сепаратора

Найменування параметрів	Значення параметрів
Індукція магнітного поля, Тл	1
Довжина робочої зони, мм	110
Частота обертання валка, об/хв	20...100
Частота обертання знімача, об/хв	656
Діаметр зовнішній валка, мм	390
Діаметр середній валка, мм	377,9
Діаметр на впадині валка, мм	364
Витрати води м ³ /год	0,78...1,04

Загальна методика проведення експериментів.

Методика проведення експериментальних досліджень полягає в наступному. Відповідно до технологічного режиму експерименту за допомогою реостатів випрямляча установлюється необхідна частота обертання валка сепаратора, для коректування продуктивності модуля по вихідному живленню використовується гвинтовий кран на випускному патрубкові мішалки.

Проба випробуваного матеріалу, подається з мішалки в живильник сепаратора. За допомогою живильних патрубків матеріал рівномірно подається під валок магнітного сепаратора. Під дією механічних і магнітних сил, магнітні часточки притягуються до валка та транспортуються до зони розвантаження магнітної фракції, а немагнітні часточки, за рахунок відцентрових і гравітаційних сил, розвантажуються під валком у ванну сепаратора й через насадку виводитися із сепаратора. Немагнітний і магнітний продукти зважуються, для визначення виходу, і відповідно до стандартної методики, з них відбираються представницькі проби на хімічний аналіз, для визначення вмісту марганцю. [28]

Визначення впливу технологічних властивостей марганцевих шламів на процес мокрої магнітної сепарації. [28]

Для визначення ступеня впливу на показники мокрої магнітної сепарації крупності вихідного живлення підготовляється чотири навіски крупністю -3 + 0; -3 + 1; -0,5 + 0,05 та -1 + 0,05 мм. Випробування проводяться при наступному режимі роботи модуля:

- частота обертання валка, хв^{-1} ;	30
-вміст твердого у живленні, %	20
- продуктивність по вихідному живленню Q , кг/год.;	150

Отриманні продукти зважуються для визначення виходу, з них відбираються навіски на хімічний аналіз для визначення масової частки марганцю.

Для визначення можливості збагачення класу крупності -0,05 мм та ступеня впливу частки глинистих мінералів на показники магнітної сепарації готуються дві «справжні» навіски та дві штучні. Випробування проводяться при наступному режимі роботи модуля:

- частота обертання валка, хв^{-1} ;	30
-вміст твердого у живленні, %	20
-вміст глинистих мінералів, %	10, 50 та 30, 70
- продуктивність по вихідному живленню Q , кг/год.;	150

Отриманні продукти зважуються для визначення виходу, з них відбираються навіски на хімічний аналіз для визначення масової частки марганцю.

Визначення впливу конструктивних параметрів сепаратора на процес мокрої магнітної сепарації марганцевих шлаків. [28]

Для уточнення даних магнітного аналізу та було поставлено 5 дублюючих дослідів. Продуктивність лабораторної установки по живленню становила 150 кг/год., частота обертання барабану 30 хв^{-1} .

Для визначення ступеня впливу на показники мокрої магнітної сепарації частоти обертання валка магнітного сепаратора підготовляється п'ять навішень матеріалу. Випробування проводяться при наступному режимі роботи модуля:

- частота обертання валка, хв^{-1} ;	20, 25, 30, 35; 40
- вміст твердого у живленні, %	20
- продуктивність по вихідному живленню Q , кг/год.;	150

Отриманні продукти зважуються для визначення виходу, з них відбираються навіски на хімічний аналіз для визначення масової частки марганцю.

Для визначення ступеня впливу вмісту твердого у живленні на показники магнітної сепарації підготовляється п'ять навісок матеріалу. Випробування проводяться при наступному режимі роботи:

- частота обертання валка, хв^{-1} ;	30
- вміст твердого у живленні, %	10, 15, 20, 25, 30
- продуктивність по вихідному живленню Q , кг/год.;	150

Отриманні продукти зважуються для визначення виходу, з них відбираються навіски на хімічний аналіз для визначення масової частки марганцю.

Для визначення ступеня впливу продуктивності по вихідному живленню на показники магнітної сепарації підготовляється п'ять навісок матеріалу. Випробування проводяться при наступному режимі роботи:

- частота обертання валка, хв^{-1} ;	30
- вміст твердого у живленні, %	20
- продуктивність по вихідному живленню Q , кг/год.;	100, 125, 150, 175, 200

Отриманні продукти зважуються для визначення виходу, з них відбираються навіски на хімічний аналіз для визначення масової частки марганцю.

3.3. Лабораторні дослідження з визначення можливості збагачення марганцевих шламів.

Ситова характеристика вихідної проби. [28]

Метою даної роботи є розробка технології збагачення лежалих марганцевих шламів. Для цього була відібрана валова проба.

Після усереднення представницька валова проба була розділена на дві частини. Одна частина проби була заскладована (як резерв для проведення додаткових досліджень), а від іншої частини була відібрана представницька наважка для визначення гранулометричної характеристики.

Гранулометричний склад наважки визначався за стандартною методикою на ситах з розмірами отворів 3, 1, 0,5, 0,16, 0,07, 0,05. Результати розсіву наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. – Гранулометричний склад вихідної проби

Клас крупності, мм	Вихід, %	Вміст марганцю, %	Сумарні показники зверху, %		Сумарні показники знизу, %	
			Вихід, %	Вміст, %	Вихід, %	Вміст, %
+3	2,1	15,3	2,1	15,30	100,0	13,62
-3+1	20,8	9,7	22,9	10,21	97,9	13,58
-1+0,5	30,3	8,6	53,2	9,29	77,1	14,63
-0,5+0,16	15,6	18,5	68,8	11,38	46,8	18,54
-0,16+0,07	13,0	19,6	81,8	12,69	31,2	18,56
-0,07+0,05	5,2	12,1	87,0	12,65	18,2	17,81
-0,05	13,0	20,1	100,0	13,62	13,0	20,10
Всього	100,0	13,62				

В вихідному матеріалі практично відсутні грудки крупніші 3 мм і представлені практично відвальним матеріалом, проте трапляються марганцеві конкреції, затравкою в яких являються відносно крупні відвальні

мінерали. Для вилучення марганцю з таких конкрецій потрібне їх помелення, але зважаючи на низький вихід класу крупності +3 мм це економічно недоцільно.

Взагалі крупні класи крупності -3+1 мм характеризуються значно меншим вмістом марганцю ніж більш дрібні класи, натомість марганець в них пов'язаний з багатими уламками вищезазначених конкрецій і тому досить добре витягується магнітними методами збагачення.

Дрібні класи крупності переважають у вихідному матеріалі (вихід класу -1+0 мм становить 77,1 %) і характеризуються практично рівномірним розподілом вмісту марганцю, виключенням являється клас крупності -0,07+0,05 мм де вміст марганцю становить лише 12,1 %.

Проаналізувавши гранулометричні характеристики частих проб, слід відмітити наступне східна частини хвостосховища характеризується підвищеним вмістом крупних часток матеріалу (вихід класу крупності -3+1 мм збільшується практично до 40 %), натомість зменшується відсоток дрібних класів крупності. Навпаки відбувається розподіл класів крупності західної частини – там практично відсутні класи крупності +1 мм. Графічно данні гранулометричних характеристик зображено на рисунку 3.2.

Результати магнітного аналізу марганцевих шламів. [28]

Магнітний аналіз проводився на представницькій скороченій пробі марганцевих шламів. Відповідно до методики, матеріал для проведення аналізу розташовують моношаром, тому магнітний аналіз проводився на матеріалі розділеному на три класи крупності -3+1, -1+0,16 і -0,16+0 мм. Для наглядності результати магнітного аналізу відображені у вигляді графіків на рисунках 3.3.-3.5. відповідно.

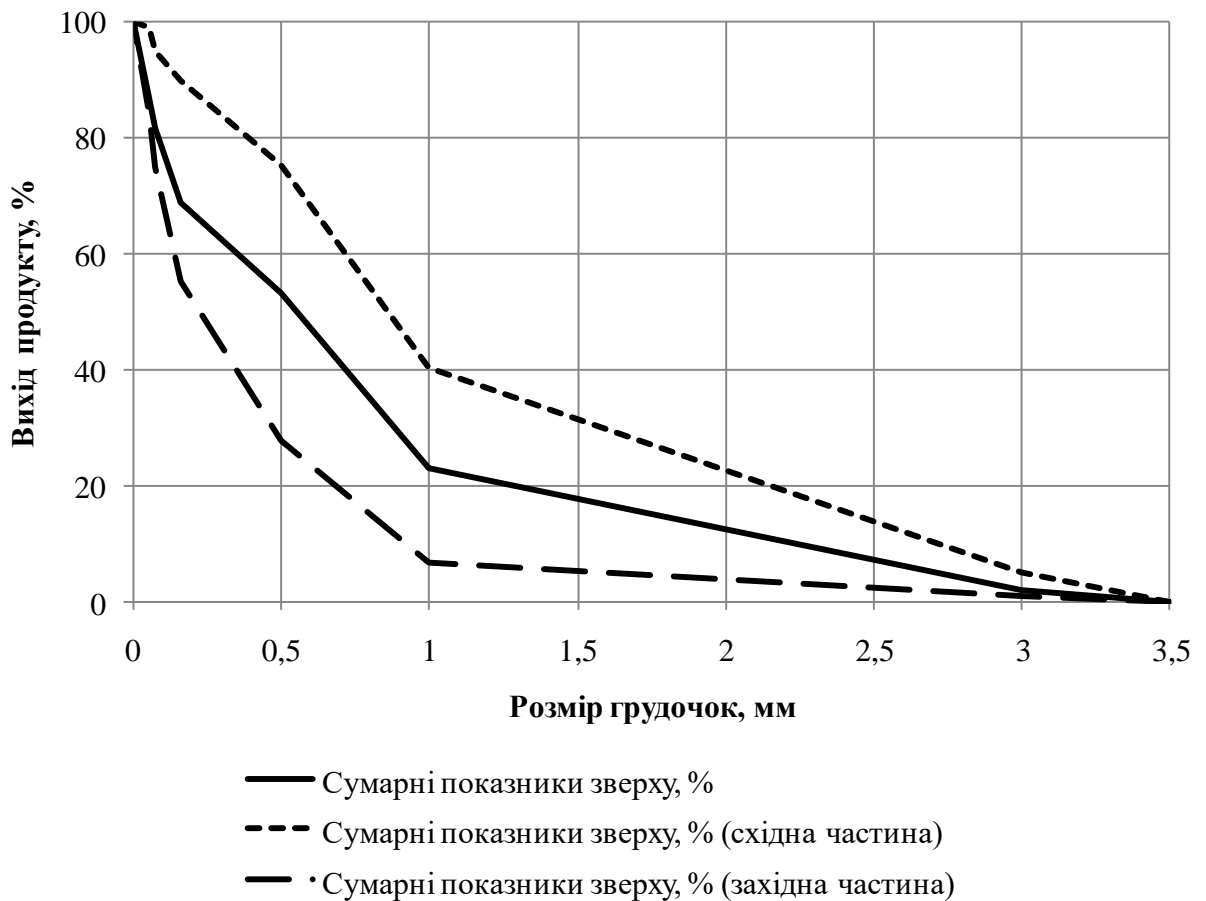


Рис 3.2. – Ситова характеристика вихідної проби

Як видно з графіку магнітний продукт починає виділятися при значенні індукції магнітного поля 0,6 Тл, вихід його складає 0,4 %. Далі зі збільшенням індукції магнітного поля до 0,8 Тл відбувається практично лінійне зростання виходу магнітного продукту до 1,5 %, після чого підвищення індукції магнітного поля збільшує коефіцієнт лінійної залежності. Загальний вихід магнітної фракції становить 6,2 %.

Залежність вмісту марганцю у магнітному продукті від індукції магнітного поля практично лінійна зі сталим коефіцієнтом у всьому діапазоні випробувань.

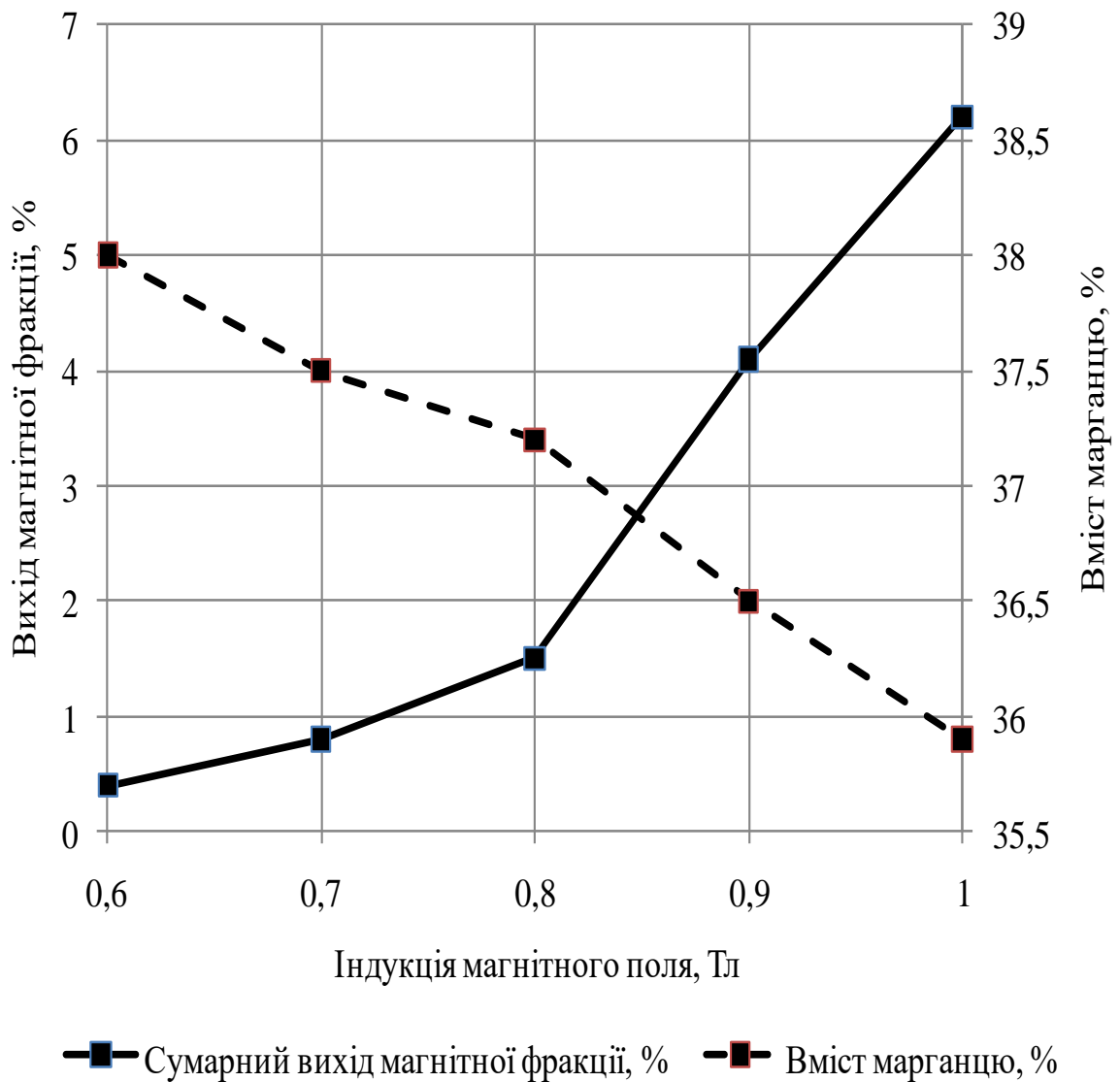


Рис. 3.3. – Результати магнітного аналізу класу крупності -3+1 мм

Залежність виходу магнітного продукту від індукції магнітного поля при магнітному аналізі класу крупності -1+0,16 мм практично підпорядковується квадратичній функції. До значення індукції магнітного поля 0,7 Тл вихід магнітного продукту невеликий й сумарно становить 1,1 %, далі з зростанням магнітної відбувається стрімке підвищення виходу продукту й загальний вихід магнітної фракції становить 11,7 %.

Вмісту марганцю у магнітному продукті стрімко (простежується практично лінійна залежність) падає від 41,0 % при значенні індукції магнітного поля 0,6 Тл до 37,4 % при – 1,0 Тл.

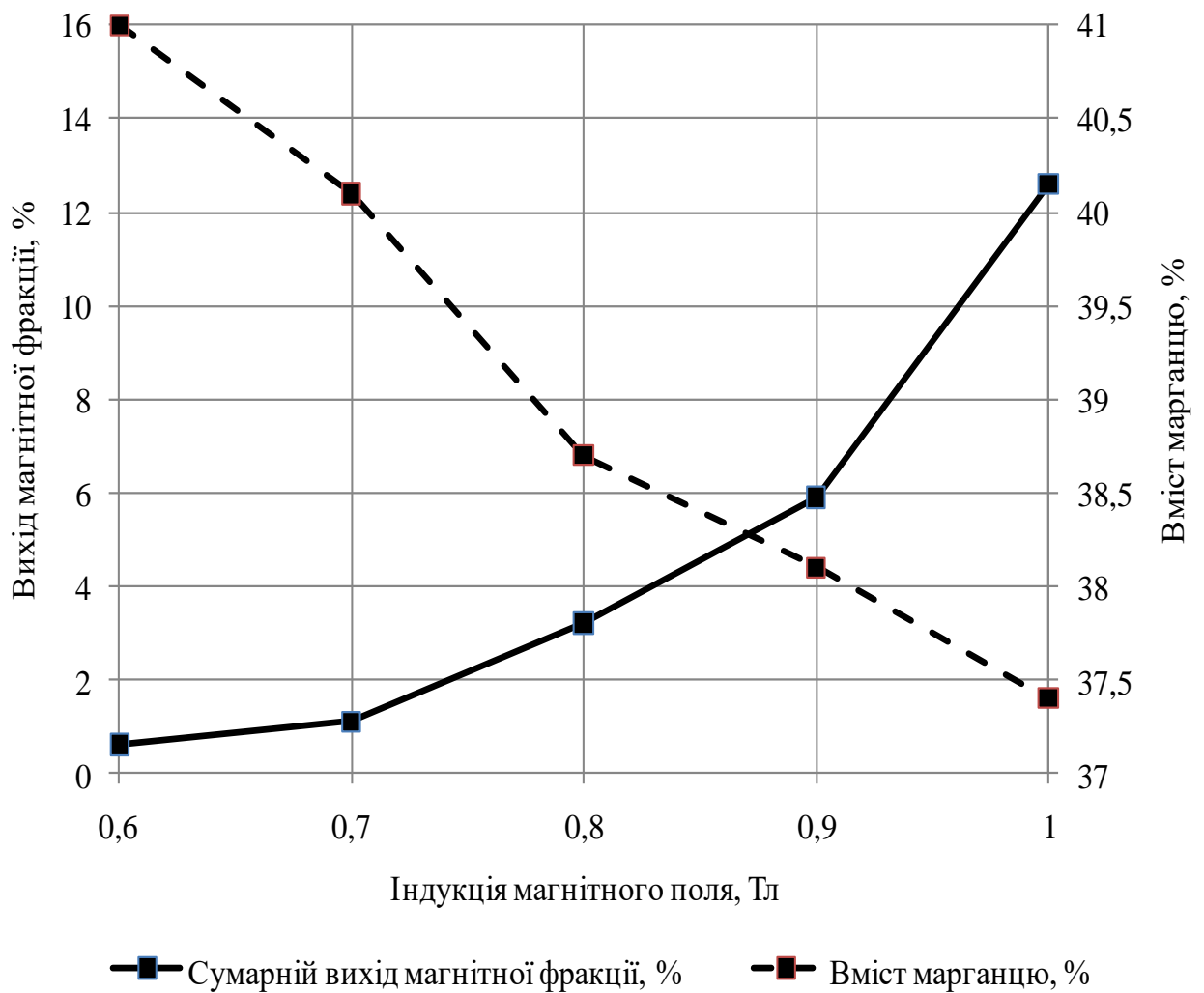


Рис. 3.4. – Результати магнітного аналізу класу крупності -1+0,16 мм

Залежність виходу магнітного продукту від індукції магнітного поля при магнітному аналізі класу крупності -1+0,16 мм практично підпорядковується квадратичній функції. До значення індукції магнітного поля 0,7 Тл вихід магнітного продукту невеликий й сумарно становить 1,1 %, далі з зростанням магнітної відбувається стрімке підвищення виходу продукту й загальний вихід магнітної фракції становить 11,7 %.

Вмісту марганцю у магнітному продукті стрімко (простежується практично лінійна залежність) падає від 41,0 % при значенні індукції магнітного поля 0,6 Тл до 37,4 % при – 1,0 Тл.

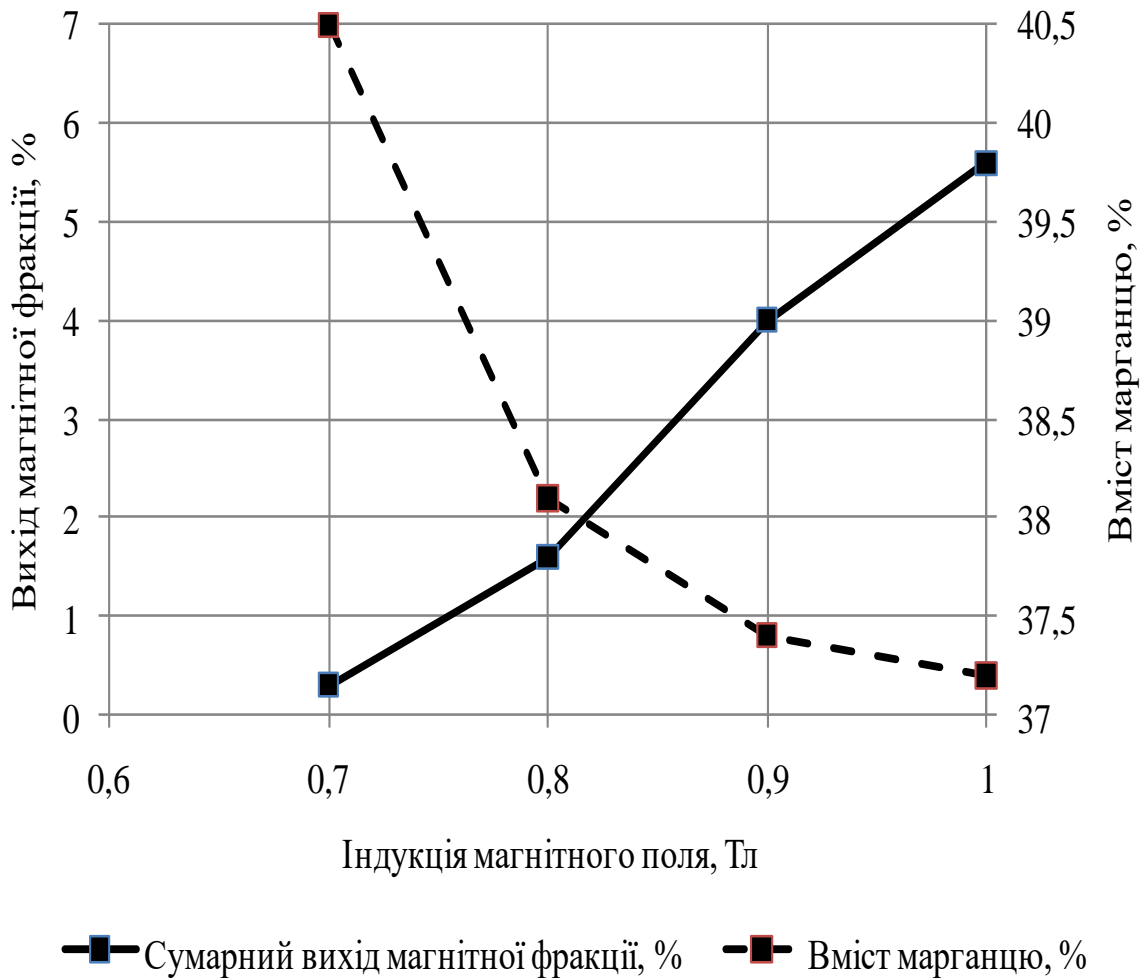


Рис. 3.5. – Результати магнітного аналізу класу крупності $-0,16+0$ мм

Як видно з графіку магнітний продукт починає виділятися при значенні індукції магнітного поля 0,7 Тл, вихід його складає 0,3 %. Далі зі збільшенням індукції магнітного поля до 1,0 Тл відбувається практично лінійне зростання виходу магнітного продукту до 5,6 %.

Залежність вмісту марганцю в магнітному продукті від індукції магнітного поля підпорядковується квадратичній функції. При індукції магнітного поля 0,7 Тл вміст марганцю в магнітному продукті становить 40,5 %, після чого стрімко падає з підвищенням індукції, і при значенні індукції 1,0 Тл становить лише 37,2 %.

Результати магнітного аналізу показали, що за допомогою магнітних методів збагачення можливо отримати магнітний продукт з вмістом марганцю принаймні 37,0 % при виході близько 20,0 %.

Дослідження процесу мокрої магнітної сепарації марганцевих шламів.

Визначення впливу технологічних властивостей марганцевих шламів на процес мокрої магнітної сепарації. [28]

Для уточнення результатів магнітного аналізу та визначення оптимальної крупності вихідного живлення магнітного сепаратора була проведена серія дослідів. Для уникнення випадкової помилки кожен дослід дублювався принаймні 5 разів. В таблиці 3.3. наведені середні кількісно-якісні показники по кожній серії дослідів.

Таблиця 3.3. – Кількісно-якісні показники збагачення марганцевих шламів

Крупність, мм	Найменування продуктів	Вихід продукту, %	Вміст марганцю, %	Показники загального магнітного продукту	
				Вихід, %	Вміст марганцю, %
-3+0	Концентрат	13,2	36,90	13,2	36,90
	Хвости	85,2	8,96	85,2	10,08
	Живлення	98,4	13,68	98,4	13,68
-3+ 1	Концентрат	5,0	36,10	-	-
	Хвости	17,4	3,14	-	-
	Живлення	22,4	10,50	-	-
-1+0	Концентрат	10,3	38,80	15,3	37,92
	Хвости	65,7	10,83	83,1	9,22
	Живлення	76,0	14,62	98,4	13,68
-1+0,05	Концентрат	8,9	39,70	13,9	38,40
	Хвости	53,6	9,14	84,5	9,61
	Живлення	62,5	13,49	98,4	13,68
-0,05	Концентрат	2,7	32,90	16,6	37,51
	Хвости	10,8	16,90	81,8	8,84
	Живлення	13,5	20,10	98,4	13,68

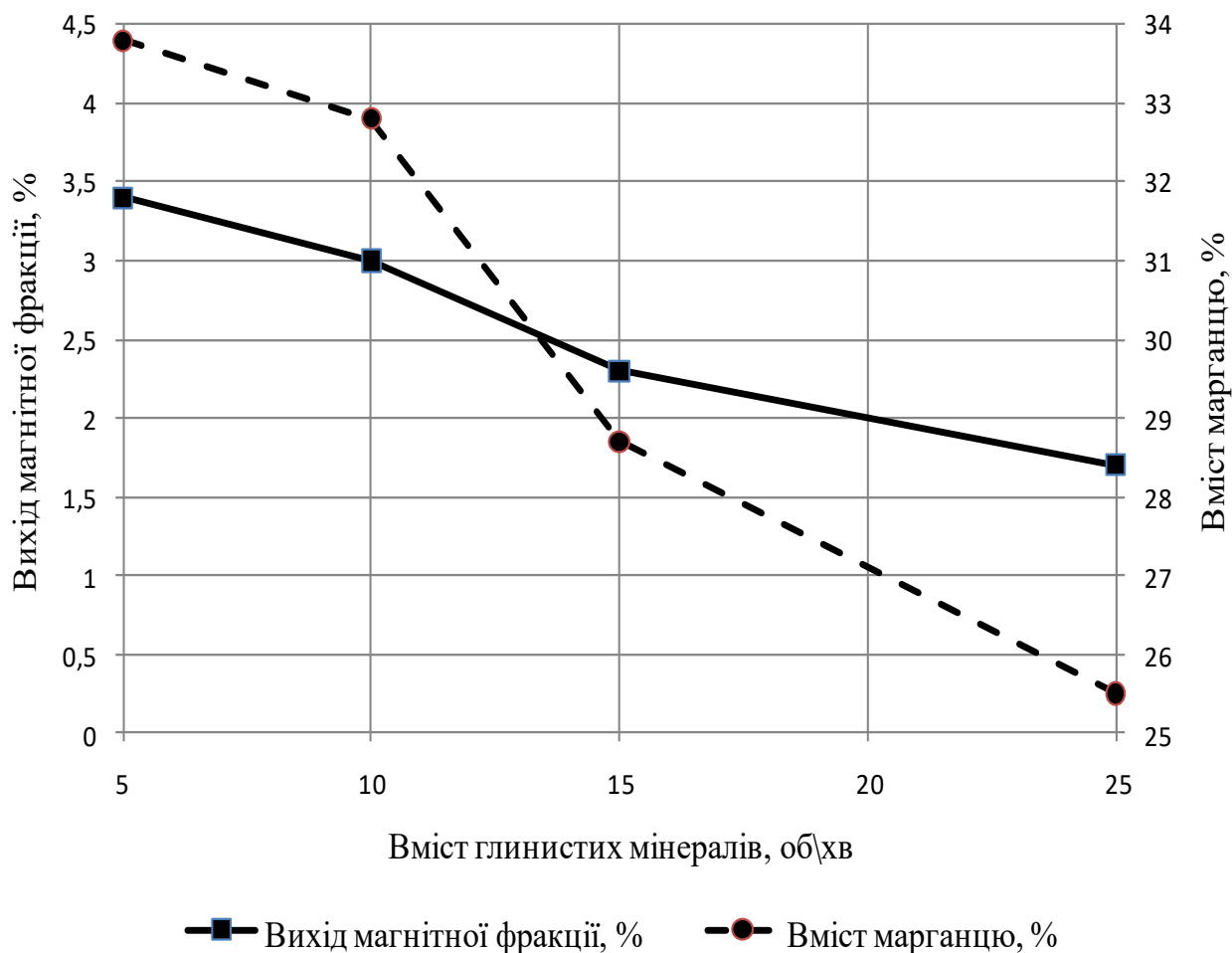


Рис. 3.6. – Вплив вмісту глинистих мінералів на магнітне збагачення

Визначення впливу конструктивних параметрів сепаратора на процес мокрої магнітної сепарації марганцевих шламів. [28]

У процесі експлуатації технологічного комплексу збагачення марганцевих шламів основними режимними параметри роботи магнітного сепаратора, що впливають на показники магнітної сепарації, будуть частота обертання валка, вміст твердого в живленні сепаратора й продуктивність сепаратора по вихідному живленню.

Для визначення ступеня впливу частоти обертання валка відповідно до методики досліджень була зроблена серія експериментів, результати якої графічно відображені на рисунку 3.7 та рисунку 3.8. Як критерії порівняння були обрані такі показники розподілу, як вміст марганцю і вихід магнітного

продукту, що дозволяють охарактеризувати ефективність магнітної сепарації при різних значеннях частоти обертання валка сепаратора.

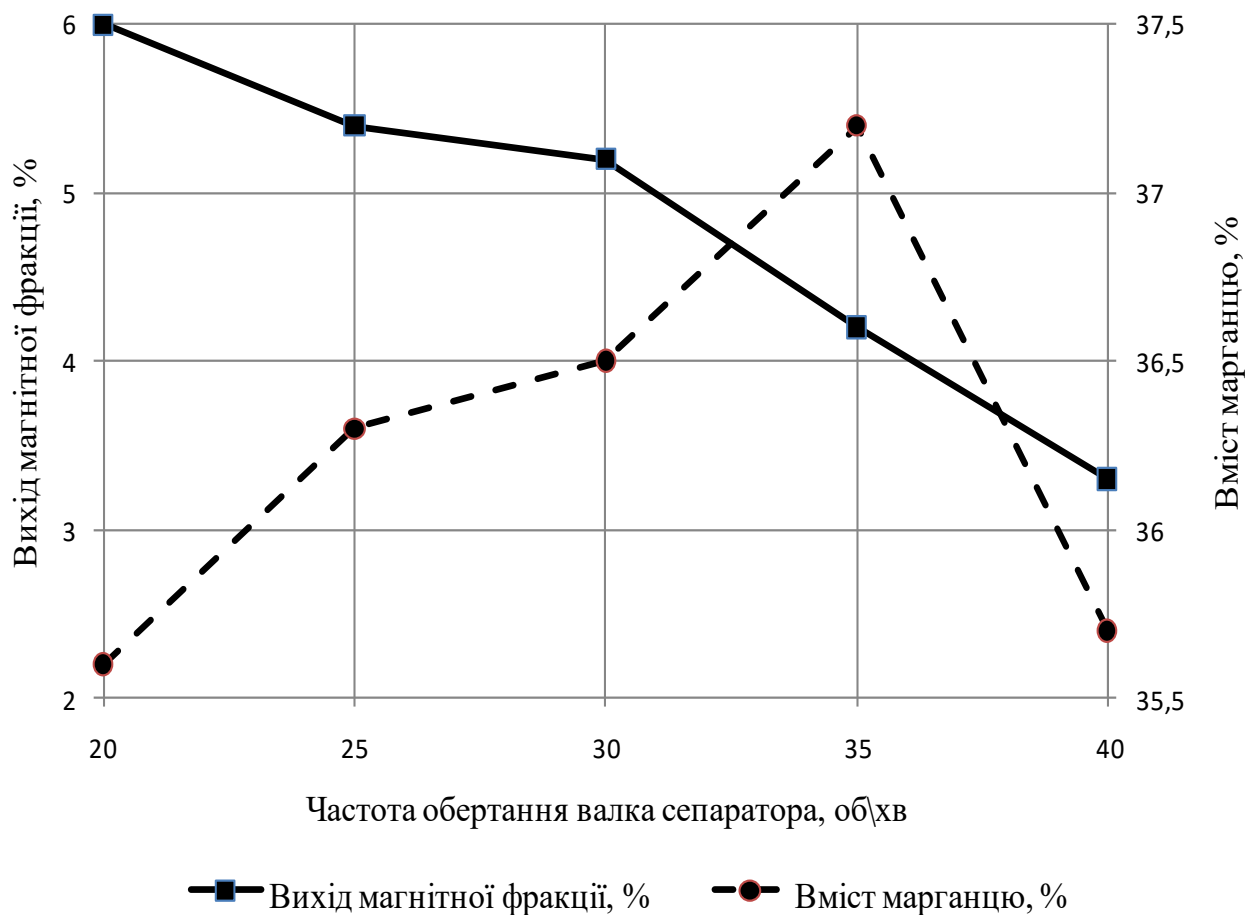


Рис. 3.7. – Вплив частоти обертання валка магнітного сепаратора на кількісно-якісні показники збагачення класу крупності -3+1 мм

При збагаченні класу крупності -3+1 мм зі збільшенням частоти обертів валка магнітного сепаратора від 20 до 30 об\хв спостерігається практично лінійне зменшення виходу магнітного продукту з невеликим коефіцієнтом (з 6,0 % до 5,2 %), проте подальше збільшення частоти обертання валка призводить до значного збільшення коефіцієнту лінійної залежності, і як наслідок, падіння виходу магнітного продукту до 3,3 %. Залежність вмісту марганцю в магнітному продукті від частоти обертання валка також носить лінійний характер – на ділянці графіку від 20 до 35 об\хв вміст марганцю зростає від 35,6 % до 37,2 %. При частоті обертання 40 об\хв значно

підвищується вплив відцентрової сили на процес мокрого магнітного збагачення та спостерігається різке падіння виходу магнітного продукту й вмісту в ньому марганцю.

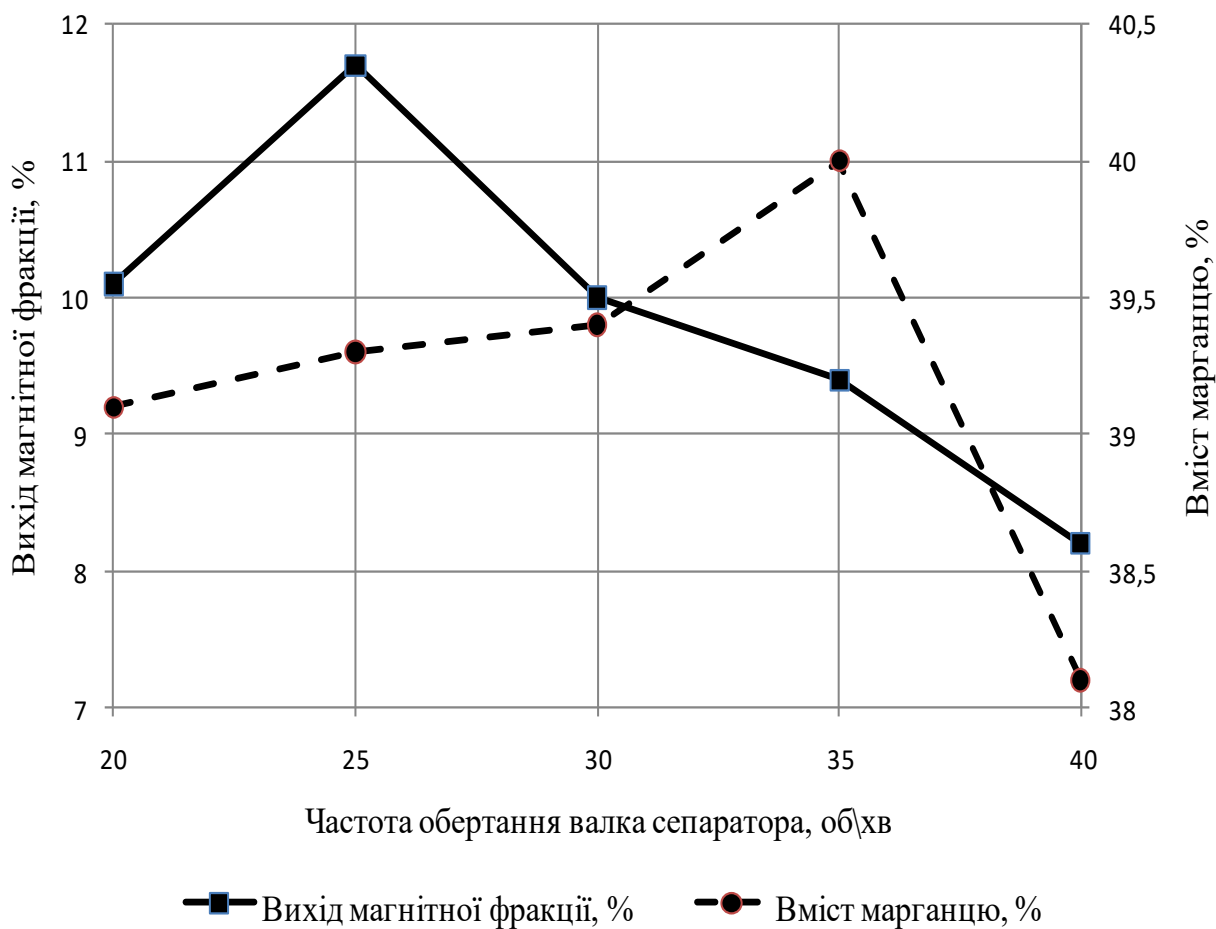


Рис. 3.8. Вплив частоти обертання валка магнітного сепаратора на кількісно-якісні показники збагачення класу крупності -1+0 мм

При збагаченні класу крупності -1+0 мм пряма, характеризуюча залежність виходу магнітного продукту від частоти обертання валка магнітного сепаратора, має вершину при 25 об/хв зі значенням виходу 11,7 %, при подальшому збільшенні частоти обертання вихід магнітного продукту лінійно падає зі сталим коефіцієнтом до значення 8,2 %. Залежність вмісту марганцю в магнітному продукті від частоти обертання валка також носить лінійний характер – на ділянці графіку від 20 до 30 об/хв вміст марганцю зростає від 39,1 % до 39,4 %, далі він зростає до 40,0 % при 35 об/хв, після

чого, в результаті підвищення впливу відцентрової сили, стрімко падає до 38,2 %.

Для визначення ступеня впливу вмісту твердого в живленні сепаратору відповідно до методики досліджень була зроблена серія експериментів, результати якої графічно відображені на рисунку 3.9 та рисунку 3.10. Як критерії порівняння були обрані такі показники розподілу, як вміст марганцю і вихід магнітного продукту, що дозволяють охарактеризувати ефективність магнітної сепарації при різних значеннях вмісту твердого в живленні сепаратору.

Для установлення можливості збагачення марганцевих шламів одним з основних факторів, що впливає на процес магнітної сепарації на валковому магнітному сепараторі з високою інтенсивністю магнітного поля є частота обертання валка сепаратора. Від цього фактора буде залежати й повнота вилучення марганцю у магнітну фракцію.

Для визначення залежності виходу магнітної фракції від частоти обертання валка побудуємо лінію тренда на рисунках 3.7. та 3.8. які визначають вплив частоти обертання валка магнітного сепаратора на кількісно-якісні показники збагачення класу крупності -3+1 мм та -1+0 мм відповідно. В результаті отримуємо лінійне рівняння, що характеризує дану залежність. Величина достовірності апроксимації показує близьку співвідношення теоретичних з практичними даними.

$$\begin{aligned}\gamma_{-3+1} &= -0,132v + 8,78; & \gamma_{-1+0} &= -0,122v + 13,54 \\ R^2 &= 0,953; & R^2 &= 0,678\end{aligned}$$

З'ясовано, що змінюючи частоту обертання валка змінюється вихід магнітної фракції та вміст марганцю, а саме – чим більше частота обертання валка, тим гірші показники розділення.

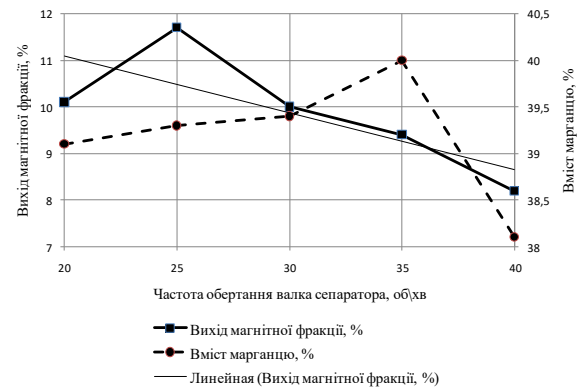
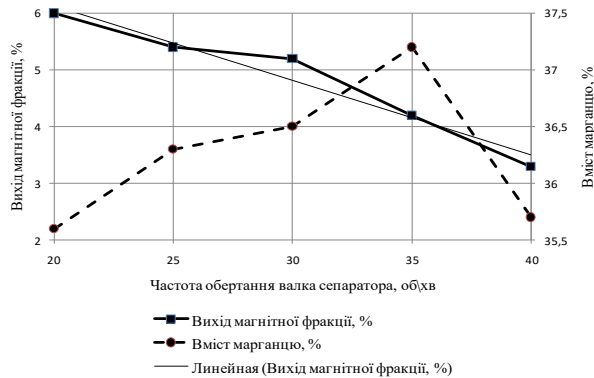
Для визначення повноти вилучення марганцю в магнітну фракцію використовуємо загальновідому формулу:

$$\varepsilon = \frac{\gamma \cdot \beta}{\alpha}$$

Отримані лінійні рівняння перетворимо з урахуванням вищезазначеної формули:

$$\varepsilon_{-3+1} = \frac{(-0,132 \cdot \nu + 8,78)\beta}{\alpha};$$

$$\varepsilon_{-1+0} = \frac{(-0,122 \cdot \nu + 13,54)\beta}{\alpha}$$



Дані рівняння дають можливість визначити вилучення марганцю в концентрат для даних умов при збагаченні на валковому сепараторі марганцевих шламів різної крупності.

Таким чином, вперше установлена можливість збагачення марганцевих шламів на підставі визначення основних факторів, які впливають на процес магнітної сепарації на валковому магнітному сепараторі з високою інтенсивністю магнітного поля.

При збагаченні класу крупності -3+1 мм зі збільшенням вмісту твердого в живленні сепаратору спостерігається практично лінійне збільшення виходу магнітного продукту від 3,0 % до 6,2 % з невеликим коефіцієнтом. Залежність вмісту марганцю в магнітному продукті від вмісту твердого в живленні сепаратору також носить лінійний характер, проте наявна вершина при 25,0 %, до якої вміст марганцю зростає від 34,7 % до 37,2 %, а далі падає до значення 36,8 %.

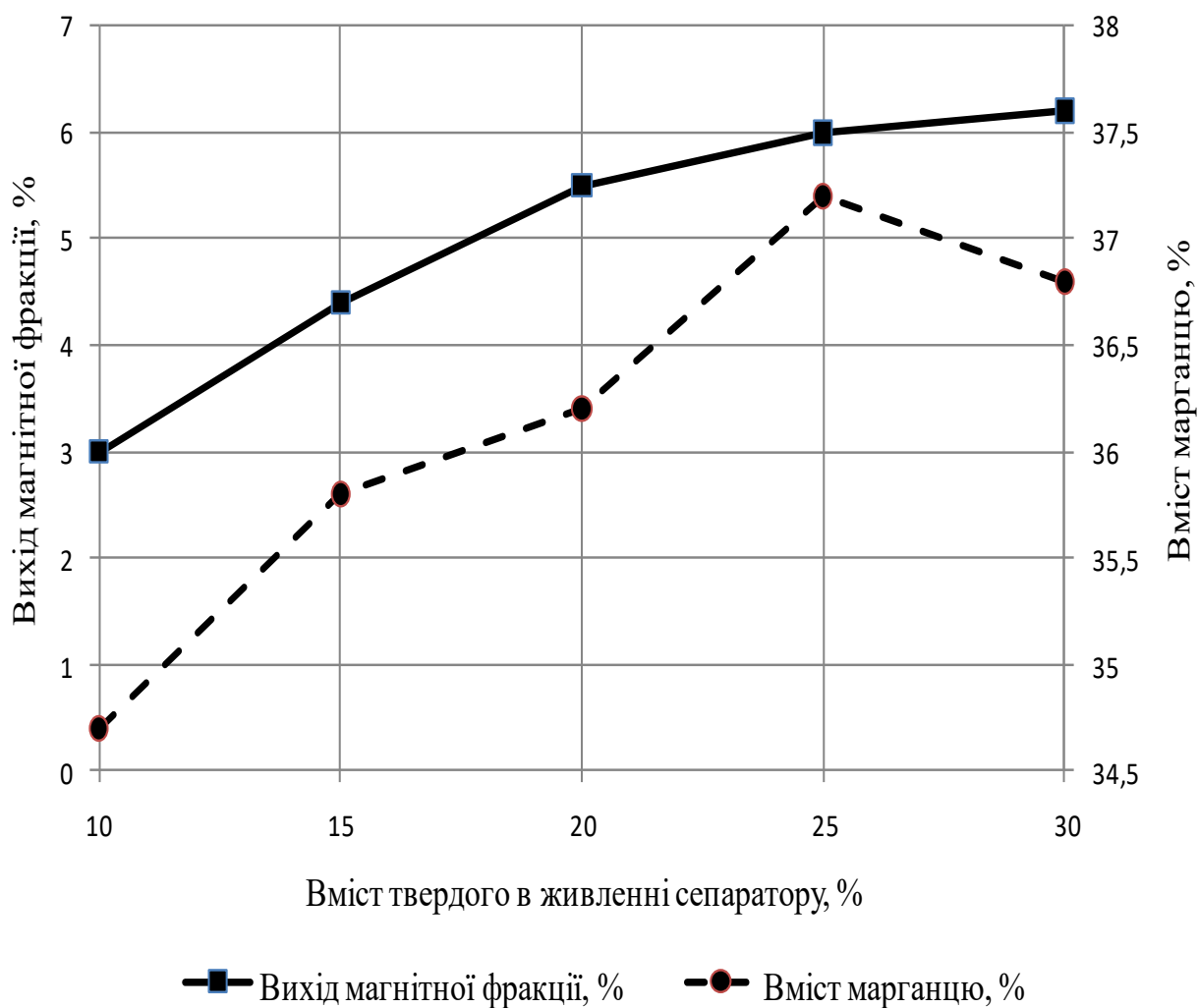


Рис. 3.9. – Вплив вмісту твердого в живленні сепаратору на кількісно-якісні показники збагачення класу крупності -3+1 мм

При збагаченні класу крупності -1+0 мм спостерігається два відрізка з чіткою лінійною залежністю виходу магнітного продукту від вмісту твердого в живленні сепаратору, але з коефіцієнтами різного знаку. На ділянці від 10,0 до 20,0 % вмісту твердого вихід зростає від 7,1 % до 10,5 %, а на відрізьку від 20,0 до 30 %, він падає до 8,2 %. Вміст марганцю в магнітному продукті зростає на ділянці графіку від 10,0 до 25,0 % на 2,3 %, а далі через підвищення в'язкості пульпи стрімко падає до 37,2 %.

З метою визначення ступеня впливу продуктивності по вихідному живленню сепаратора на показники магнітного збагачення відповідно до методики була зроблена серія дослідів, результати якої графічно відображені

на рисунку 3.11. та рисунку 3.12. Як критерії порівняння були обрані такі показники розподілу, як вміст марганцю і вихід магнітного продукту, що дозволяють охарактеризувати ефективність магнітної сепарації при різних значеннях продуктивності сепаратора.

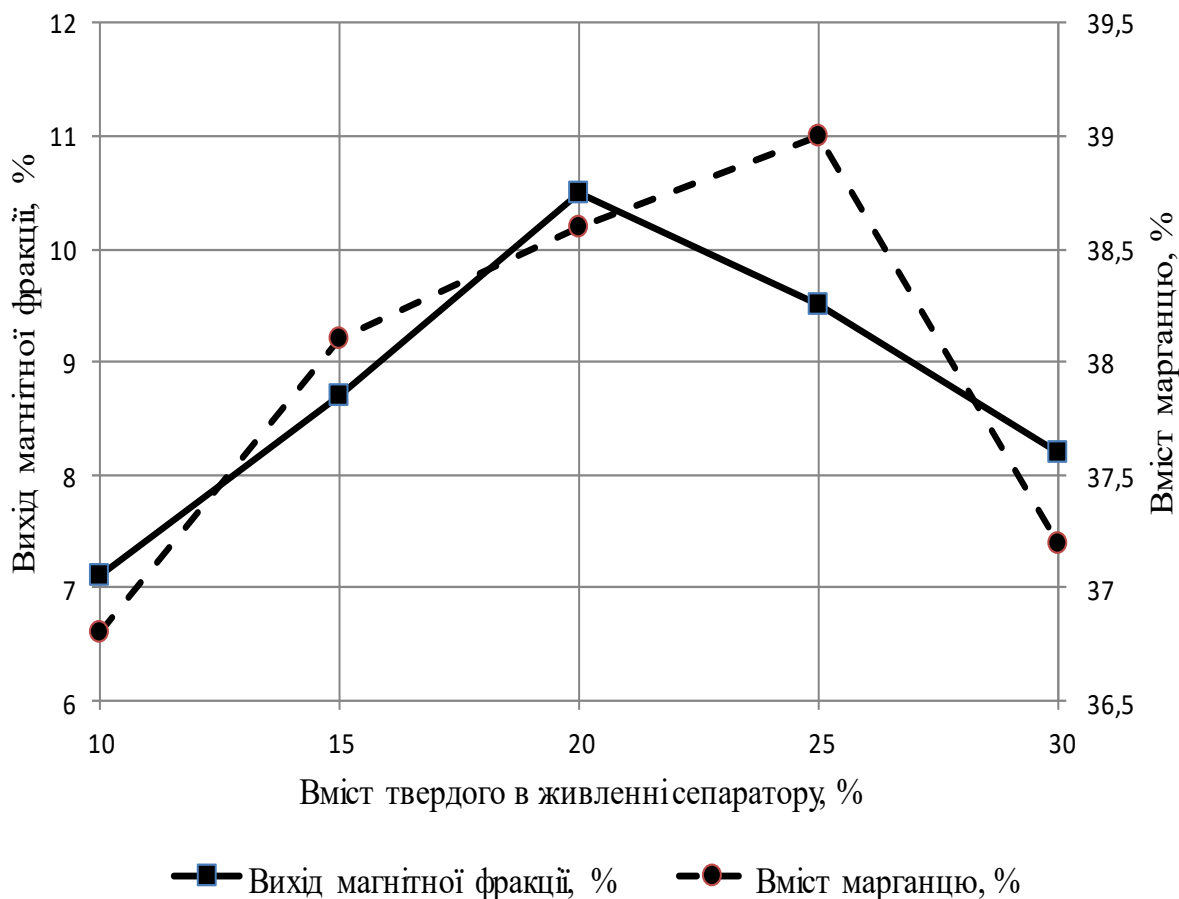


Рис. 3.10. – Вплив вмісту твердого в живленні сепаратору на кількісно-якісні показники збагачення класу крупності -1+0 мм

При збагаченні класу крупності -3+1 мм зі збільшенням продуктивності сепаратора з 100 до 175 кг\год спостерігається практично лінійне збільшення виходу магнітного продукту від 5,2 % до 6,2 % з невеликим коефіцієнтом, подальше збільшення продуктивності призводить до різкого падіння виходу магнітного продукту до 5,4 %. Вміст марганцю в магнітному продукті спочатку зростає від 36,8 до 37,2 % а потім поступово падає до значення 35,9 %.

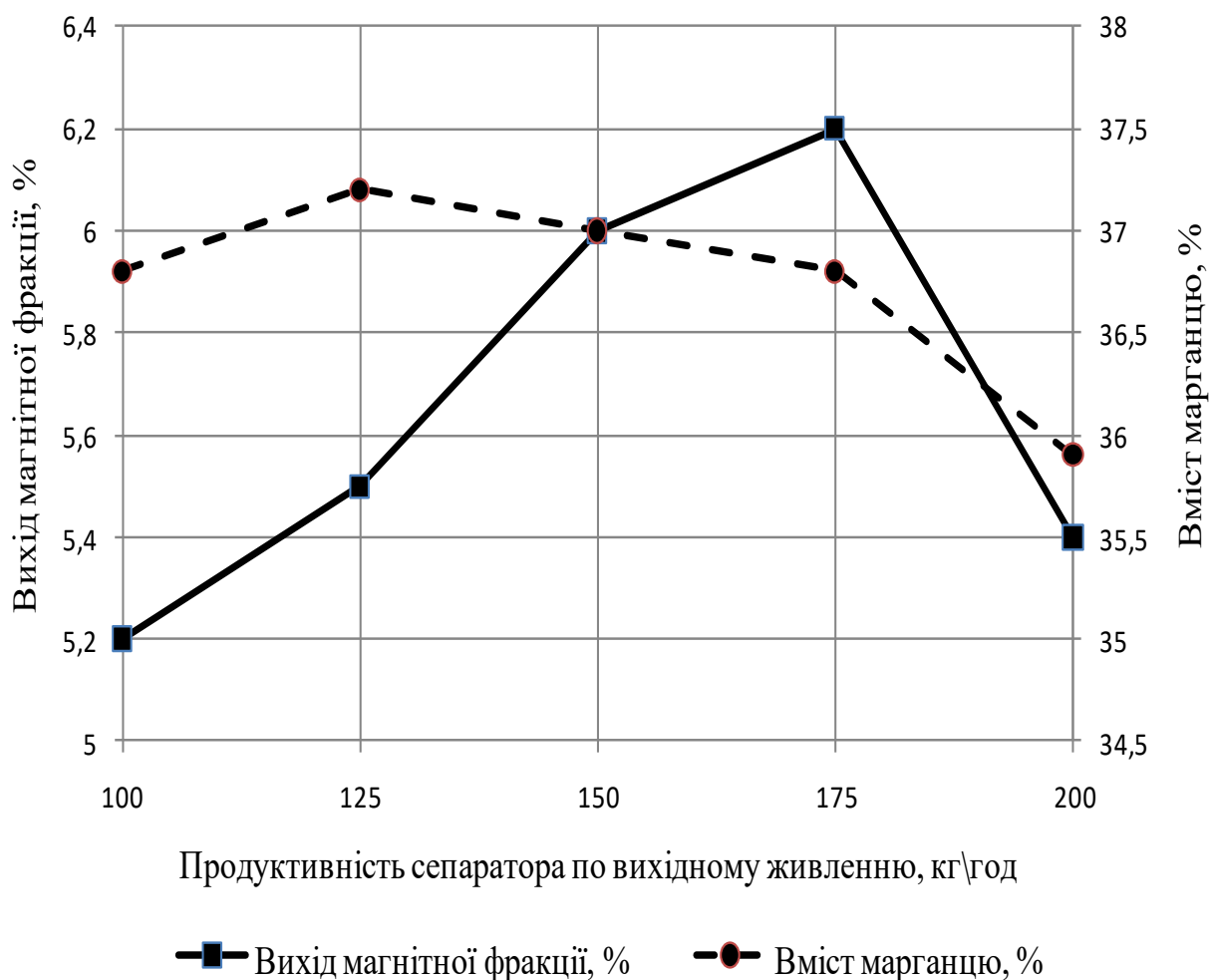


Рис. 3.11. – Вплив продуктивності сепаратора по живленню на кількісно-якісні показники збагачення класу крупності -3+1 мм

При збагаченні класу крупності -1+0 мм спостерігається два відрізка з чіткою лінійною залежністю виходу магнітного продукту від продуктивності сепаратора в живленні сепаратору, але з коефіцієнтами різного знаку. На ділянці від 100,0 до 150,0 кг\год вихід зростає від 9,6 % до 11,2 %, а на відрізку від 150,0 до 200 кг\год він падає до 8,0 %. Вміст марганцю в магнітному продукті падає на ділянці графіку від 100,0 до 150,0 кг\год з 40,0 до 38,6 %, потім при значенні продуктивності 175 кг\год зростає до 39,0 %, а далі знову падає до 38,0 %.

Отже, проаналізувавши залежності кількісно-якісних показників збагачення від головних робочих характеристик сепаратору, визначено оптимальні режими роботи магнітного сепаратора:

- для збагачення класу крупності -3+1 мм частота обертання валка 30 об\хв, вміст твердого у живленні 30,0 %, продуктивність сепаратора 175 кг\год;

- для збагачення класу крупності -1+0 мм частота обертання валка 25 об\хв, вміст твердого у живленні 25,0 %, продуктивність сепаратора 150 кг\год.

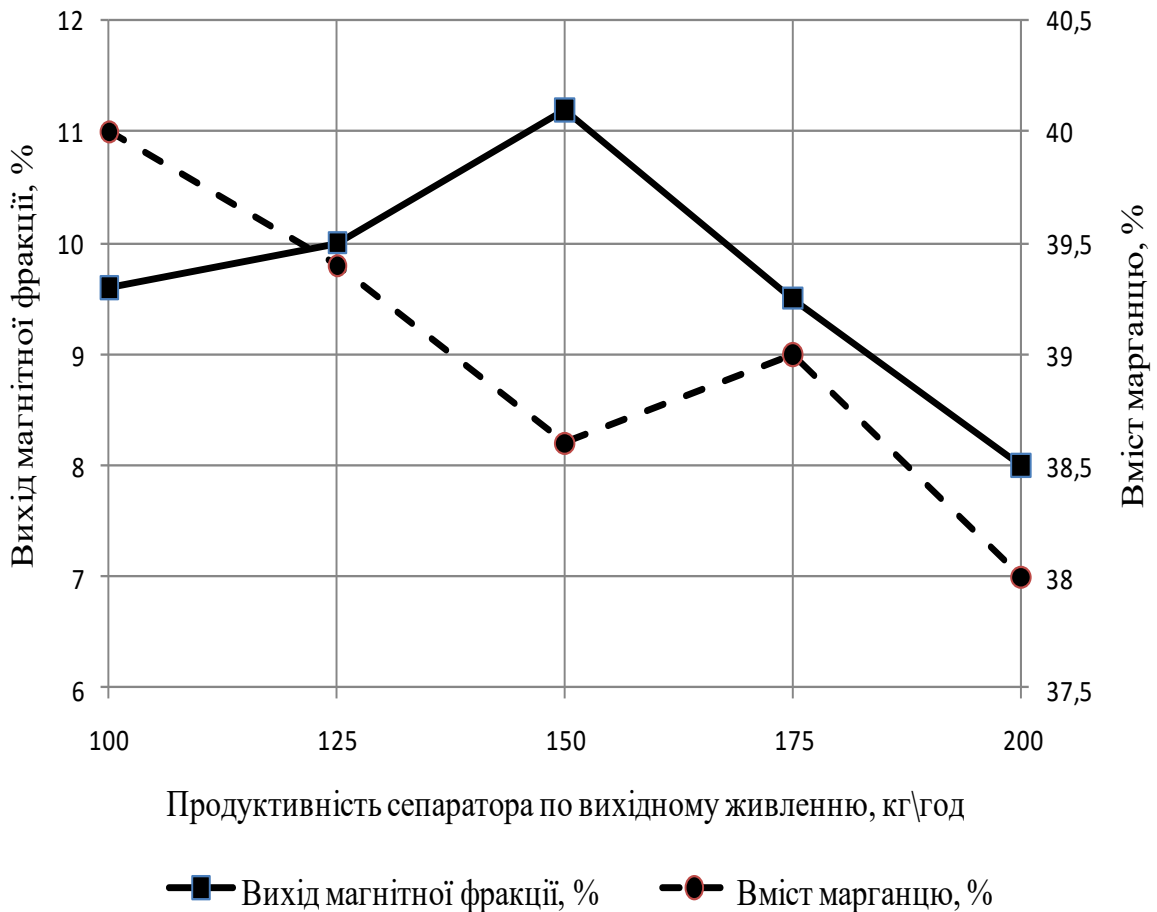


Рис. 3.12. – Вплив продуктивності сепаратора по живленню на кількісно-якісні показники збагачення класу крупності -1+0 мм

Визначення кількості стадій магнітної сепарації. [28]

Проаналізувавши результати проведених дослідів з результатами магнітного аналізу можна зробити висновок, що для вилучення магнітного продукту з класу крупності -1+0 мм недостатньо однієї стадії магнітної сепарації.

Отже для максимального вилучення магнітного продукту запропоновано 3 варіанти двостадійного збагачення:

1. основна стадія магнітного збагачення з перечисткою хвостів;
2. знешламлення вихідного класу -1+0 мм по класу -0,05 мм, а потім дві стадії магнітного збагачення з перечисткою немагнітного продукту першої стадії;
3. основна магнітна сепарація, потім знешламлення немагнітного продукту з наступною перечисткою його в другій стадії магнітної сепарації.

Для визначення оптимального варіанта була проведена серія дослідів, результати якої представленні у вигляді таблиці 3.4. При виконанні дослідів використовувались отриманні вище оптимальні параметри роботи магнітного сепаратора, крім третього варіанту, де перша стадія велась при вмісті твердого у живленні сепаратора рівному 20 %. В якості критерію порівняння слугувало максимальне вилучення марганцю в загальний магнітний продукт.

Таблиця 3.4. – Результати дослідів з вибору оптимальної схеми збагачення класу крупності -1+0 мм

Варіант схеми	Продукт	Вихід, %	Вміст марганцю, %	Вилучення, %
1	Магнітний 1	9,3	39,00	26,63
	Магнітний 2	4,2	37,60	11,43
	Концентрат	13,5	38,40	38,06
	Вихідний	77,1	14,63	82,82
2	Магнітний 1	9,5	40,00	27,90
	Магнітний 2	5,2	38,10	14,55
	Концентрат	14,7	39,33	42,45
	Вихідний	77,1	14,63	82,82
3	Магнітний 1	10,2	39,10	29,28
	Магнітний 2	8,3	39,80	24,25
	Концентрат	18,5	39,41	53,53

	Вихідний	77,1	14,63	82,82
--	----------	------	-------	-------

Найбільше вилучення одержане для третього варіанту з розглянутих у дослідях, тому саме його рекомендую до застосування у технологічній схемі збагачення лежалих марганцевих шламів.

3.4. Рекомендована технологічна схема збагачення і її апаратурне оформлення

У результаті аналізу речовинного складу й фізико-механічних властивостей марганцевих шламів шламосховища ім. Максимова, лабораторних і напівпромислових випробувань з мокрої високоградієнтної магнітної сепарації проб шламів, практики збагачення марганцевої сировини розроблена й рекомендована схема підготовки й збагачення, що забезпечує одержання концентрату зі вмістом марганцю не менш 38,0 % (рис 3.13). [30]

Схема включає відділення великих шматків і різного сміття (обривки тросів, дерев'яна велика тріска металеві предмети й ін.), які направляються у відвал або утилізуються (метал). Підрешітний продукт барабанного грохоту перекачується на захисну магнітну сепарацію здійснювану на магнітних сепараторах типу ПБМ 90/20. [30]

Після захисної магнітної сепарації шлами направляються на першу стадію мокрої просіювання здійснювану на грохотах типу ГТМГ 2450/900. [30]

Схема ланцюгу апаратів наведена на рисунку 3.14.

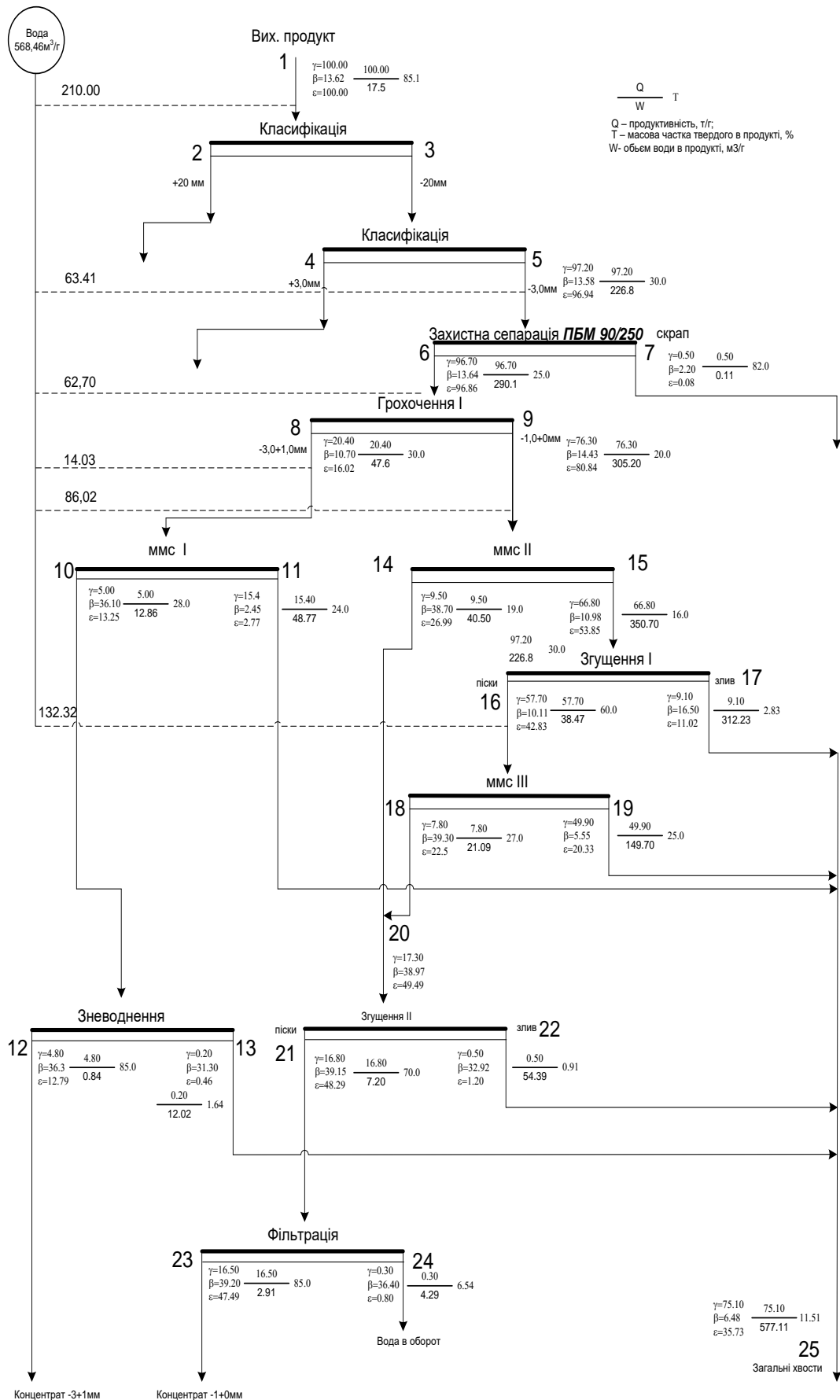


Рис. 3.13. – Технологічна схема збагачення

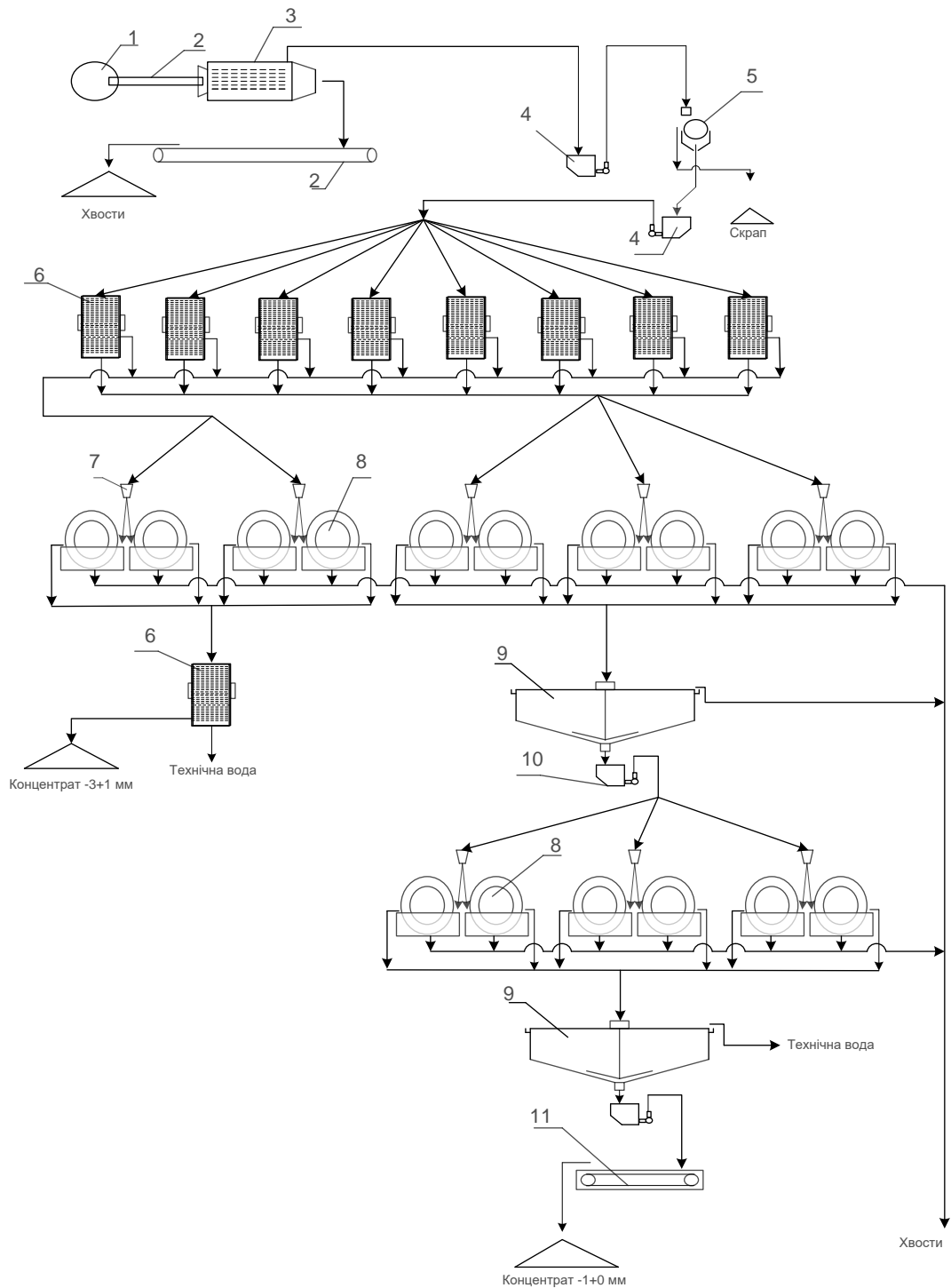


Рис. 3.14. – Схема ланцюга апаратів

1 – бункер, 2 – конвеєр, 3 – грохот БГ 900×300, 4 – насос ГрАТ 225/67, 5 – сепаратор ПБМ 90/250, 6 – грохот ГТМГ 2450/900, 7 – пульподільник, 8 – сепаратор ПБМ 40/250, 9 – дешламатор МД-5, 10 – насос ГрАТ 85/40, 11 – фільтр ЛОН 4,5-1У.

Надрешітний продукт грохоту є живленням першої стадії мокрої магнітної сепарації здійснювану на високоградієнтних магнітних сепараторах ПВМ. Немагнітний продукт сепаратора (грубозернисті хвости) направляється в зумпф загальних хвостів. Магнітний продукт сепаратора є грубозернистим марганцевим концентратом, що після зневоднювання подається на склад грубозернистого концентрату. [30]

Підрешітний продукт грохоту першої стадії просіювання надходить на другу стадію магнітної сепарації. Немагнітний продукт направляється на першу стадію згущення. Злив згущувача першої стадії направляється в накопичувальний зумпф загальних хвостів. Піски згущувача подаються на третю стадію магнітної сепарації. Немагнітний продукт (дрібнозернисті хвости) направляється в накопичувальний зумпф загальних хвостів. [30]

Магнітні продукти другої та третьої стадії магнітної сепарації поєднуються і є дрібнозернистим концентратом, що після згущення в дешламаторі типу МД-5, направляється на фільтрування. Кек складається на складі дрібнозернистого концентрату. [30]

Злив згущувача подається в зумпф загальних хвостів.

У результаті переробки марганцевих шламів виділяється загальний марганцевий концентрат і хвости високоградієнтної мокрої магнітної сепарації. [30]

3.5. Висновки за розділом

1. З метою визначення можливості збагачення марганцевих шламів була відібрана валова проба зі шламосховища «Максимовські ставки».

2. Відібрана для досліджень проба матеріалу піддавалась розсіву згідно стандартних методик на ситах із розмірами отворів: 3; 1; 0,5; 0,16; 0,07 та 0,05 мм. Кожний клас крупності зважувався й у ньому визначається масова частка марганцю.

3. При дослідженнях визначався гранулометричний та мінеральний склад, фізичні та фізико-механічні, магнітні властивості марганцевих шламів.

4. Східна частини хвостосховища характеризується підвищеним вмістом крупних часток матеріалу (вихід класу крупності $-3+1$ мм збільшується практично до 40 %), натомість зменшується відсоток дрібних класів крупності. Навпаки відбувається розподіл класів крупності західної частини – там практично відсутні класи крупності $+1$ мм.

5. Магнітний аналіз проводився на матеріалі розділеному на три класи крупності $-3+1$, $-1+0,16$ і $-0,16+0$ мм. Магнітний продукт починає виділятися при значенні індукції магнітного поля 0,6 Тл.

6. Для вивчення процесу мокрої магнітної сепарації був використовувався лабораторний валковий сепаратор ПВС/М 39/11. Для визначення ступеня впливу частоти обертання валка відповідно до методики досліджень була зроблена серія експериментів.

7. Для установлення можливості збагачення марганцевих шламів одним з основних факторів, що впливає на процес магнітної сепарації на валковому магнітному сепараторі з високою інтенсивністю магнітного поля є частота обертання валка сепаратора. Від цього фактора буде залежати й повнота вилучення марганцю у магнітну фракцію.

8. Визначено оптимальні режими роботи магнітного сепаратора:

- для збагачення класу крупності $-3+1$ мм частота обертання валка 30 об/хв, вміст твердого у живленні 30,0 %, продуктивність сепаратора 175 кг/год;

- для збагачення класу крупності $-1+0$ мм частота обертання валка 25 об/хв, вміст твердого у живленні 25,0 %, продуктивність сепаратора 150 кг/год.

9. У результаті аналізу речовинного складу й фізико-механічних властивостей марганцевих шламів шламосховища ім. Максимова, лабораторних і напівпромислових випробувань з мокрої високоградієнтної магнітної сепарації проб шламів, практики збагачення марганцевої сировини

розроблена й рекомендована схема підготовки й збагачення, що забезпечує одержання концентрату зі вмістом марганцю не менш 38,0 %.

10. У результаті переробки марганцевих шламів виділяється загальний марганцевий концентрат різної крупності і хвости високоградієнтної мокрої магнітної сепарації.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорони праці та її призначення – це захист людини від травм та захворювань, що виникають у процесі праці. І травма, і захворювання пов'язані із розладом здоров'я людини. При цьому під травмою розуміють порушення цілісності тканин і органів тіла і розлад їх функцій під впливом зовнішніх факторів. Під захворюванням або хворобою розуміють взагалі порушення життєвих функцій організму. У такому трактуванні захворювання є більш загальним поняттям, що включає поняття травми. Для практичних цілей, проте, зручніше розглядати травми та інші захворювання окремо.[31]

Для зменшення травматизму на промисловому виробництві та зниження відсотку профзахворювань необхідно знати причини цього та у подальшому розробити заходи для запобігання випадків. Існує наступна класифікація щодо причини виникнення нещасних випадків.



Виробничотехнічні причини – до них належать: дисциплінарні (через низьку дисципліну), навчання (неякісне або неповне навчання безпеці робіт та проведенню інструктажів), порушення режиму праці, необізнаність, неповний контроль за дотриманням охорони праці тощо. Більше причин наведено на рис. 4.1. [31]

Рис. 4.1. – Переважаючі причини виникнення нещасних випадків

Нещасні випадки на виробництві стають основною причиною травматизму українців (рис. 4.2., 4.3.). [32]

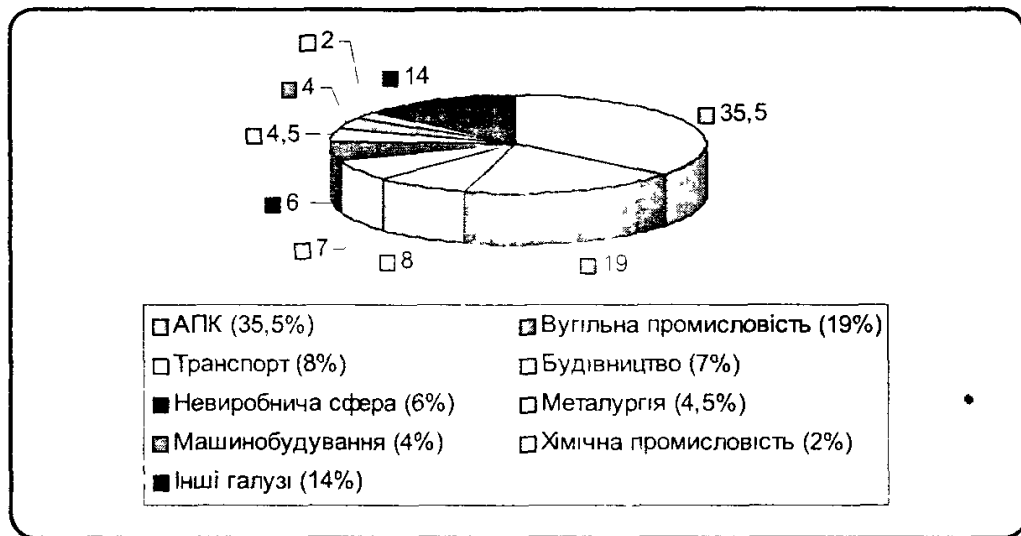


Рис. 4.2. – Розподілення виникнення травматизму у виробничих умовах за різними галузями, %.

Характерною ознакою травми, що відрізняє її від захворювання, є швидке настання порушення функцій тканин та органів людини. Воно відбувається або в момент травмування або після нього. Це дозволяє досить точно фіксувати час травмування. На противагу травмі захворювання розвивається повільно. Момент його наступу часто взагалі можна встановити; можна лише говорити про проміжок часу, у межах якого настало захворювання.[31]

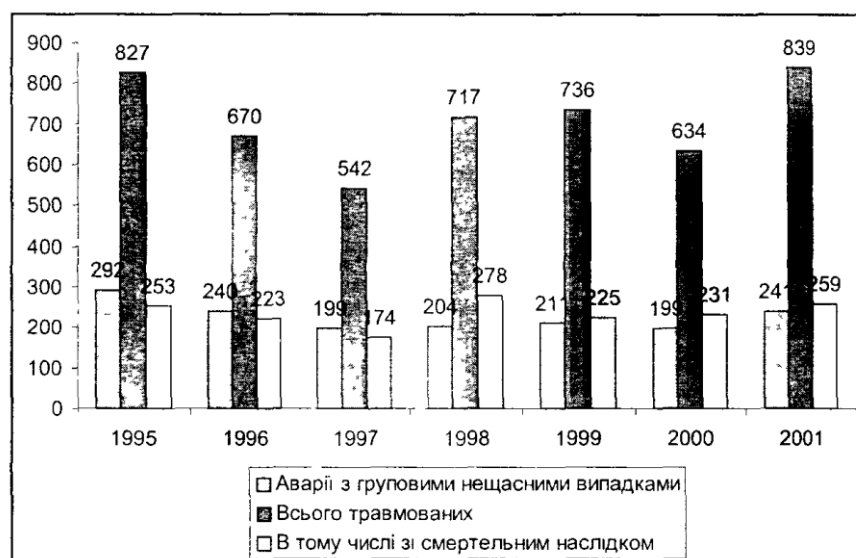


Рис. 4.3. – Статистика кількості нещасних випадків (групових) за роками

Значну увагу потрібно приділяти причинам виникнення виробничого травматизму. При цьому необхідно розробляти заходи з унеможливлення появи нещасних випадків у виробничих умовах за рахунок вивчення та аналізу причин їх появи. Ці причини можуть бути організаційними, які пов'язані з порушеннями документації з охорони праці, непроведенням або частковим проведенням навчань та інструктажів, незадовільні санітарно-гігієнічні норми, ремонт несправного обладнання у невідповідний строк. Технічними причинами є несправне устаткування та обладнання, та його деякі недоліки. Психофізіологічними причинами є втома, а також хвороба робітника, що призведе до помилок та неуважності. Санітарно-гігієнічними нормами є високий рівень шуму, або інших шкідливих факторів для здоров'я, забруднення повітря, погане освітлення тощо. [32]

РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Марганцеворудна сировина Нікопольського басейну, представлена головним чином карбонатними рудами (61,4 %). Частка оксидних руд, що знайшли широкого застосування в феросплавному виробництві, складає лише 19,8 %. Подальший розвиток пов'язаний головним чином з переробкою карбонатних та змішаних руд, що в свою чергу викликає зниження масової частки марганцю в концентраті. Зниження якості концентратів викликає збільшення частки фосфору в них та феросплавах, що призводить до зниження їх вартості.

Сировиною розробленої технології є лежалі марганцеві шлами з масовою часткою марганцю 13,62 %. В процесі досліджень була визначена можливість отримання марганцевого концентрату з вмістом Mn - 38,5 %, при виході - 21,3 % від вихідного продукту.

Базова ціна, за виготовлення марганцевого концентрату, який відповідає вимогам «ДСТУ 3821-98. Продукція марганцеворудна. загальні технічні умови», становить 201,30 грн/т. В процесі роботи визначаємо всі техніко-економічні показники, що характеризують продукцію і технологію.

Робота ведеться з метою покращення показників, можливого їх подальшого розвитку, а також проблем утилізації відходів відповідно до прийнятого в 1998 році Закону України "Про відходи" де передбачене вивчення і визначення ресурсної цінності відходів підприємств з метою їх ефективного та раціонального використання.

В результаті проведених досліджень по запропонованій технології із лежалих марганцевих шламів з вмістом марганцю 13,62 % одержано концентрат з вмістом Mn 38,5 % при виході від живлення 21,3 %.

Економічний ефект від впровадження розробленої технології збагачення марганцевих шламів розраховують за наступною формулою:

$$E = (Ц - З)A_{річ};$$

$$З = (C + E_n \times K),$$

де:

E – економічний ефект від впровадження технології збагачення марганцевих шламів, грн./рік;

$Ц$ – ціна тонни марганцевого концентрату, грн.;

$З$ – затрати на виробництво 1 т марганцевого концентрату, грн.;

$A_{річ}$ – річна продуктивність комплексу для отримання концентрату марганцю, т/рік;

C – собівартість 1 т концентрату марганцю, грн.;

K – питомі капіталовкладення, грн/т;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень ($E_n = 0,15$).

$$З = (149,5 + 0,15 \times [(4532340 + 4918324) / 1273740]) = 160,63 \text{ грн.}$$

$$E = (201,30 - 160,63) \times 1273740 = 51803000,58 \text{ грн.}$$

Економічний ефект від впровадження розробленої технології збагачення марганцевих шламів становить 51803000,58 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Для сепарації матеріалів, для яких характерно слабо виражені магнітні властивості (питома магнітна сприйнятливність варіює в інтервалі мЗ/кг) застосовуються валкові, стрічкові (роликові) і барабанні сепаратори з високою інтенсивністю магнітного поля.

2. Сепарація матеріалів зі слабо вираженими магнітними властивостями посилює вимоги до критеріїв вибору конструктивного типу магнітного сепаратора.

3. Шламосховище РЗФ ім. Максимова розташовано в східній частині Нікопольського родовища марганцевих руд, у межах Нікопольського адміністративного району Дніпропетровської області.

4. Окисні руди поширені на більшій частині розвіданої площі Нікопольського родовища. Рудний шар окисної руди представлений рудними стягненнями неправильної кутастої форми різних розмірів, суцільними рудними прошарками, що досягають по потужності 1-1,5 м.

5. Основні окисли шламів пов'язані із псиломеланом, піролюзитом, карбонатами марганцю й, у меншому ступені, манганітом. Залізо в шламах пов'язане з наявністю глауконіту, піриту, марказиту й гидроксидів заліза.

6. Зерниста частина шламів складається із кварцу й польових шпатів (70-71 %), гідрооксидів марганцю (до 24 %) і карбонатів марганцю (5,5-6 %).

7. При вивченні фізичних властивостей марганцевих шламів визначались дійсна густина мінеральної сировини, насипна густина шламів, мінералогічний аналіз, хімічний аналіз, магнітний аналіз.

8. Відібрана для досліджень проба матеріалу піддавалась розсіву згідно стандартних методик на ситах із розмірами отворів: 3; 1; 0,5; 0,16; 0,07 та

0,05 мм. Кожний клас крупності зважувався й у ньому визначається масова частка марганцю.

9. Магнітний аналіз проводився на матеріалі розділеному на три класи крупності $-3+1$, $-1+0,16$ і $-0,16+0$ мм. Магнітний продукт починає виділятися при значенні індукції магнітного поля 0,6 Тл.

10. Для вивчення процесу мокрої магнітної сепарації був використовувався лабораторний валковий сепаратор ПВС/М 39/11. Для визначення ступеня впливу частоти обертання валка відповідно до методики досліджень була зроблена серія експериментів.

11. У результаті аналізу речовинного складу й фізико-механічних властивостей марганцевих шламів шламосховища ім. Максимова, лабораторних і напівпромислових випробувань з мокрої високоградієнтної магнітної сепарації проб шламів, практики збагачення марганцевої сировини розроблена й рекомендована схема підготовки й збагачення, що забезпечує одержання концентрату зі вмістом марганцю не менш 38,0 %.

12. По запропонованій технології із лежалих марганцевих шламів з вмістом марганцю 13,62 % одержано концентрат з вмістом Mn – 38,5 % при виході від живлення 21,3 %.

13. Можливий економічний ефект від впровадження розробленої технології збагачення лежалих марганцевих шламів складає 51803000,58 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Електронний ресурс: <https://insgeo.com.ua/manganese/>
2. Рудько Г.І. Геологія марганцевих родовищ світу. Стаття 1. Стан та перспективи видобування /Г.І. Рудько, В.Е. Карли// Мінеральні ресурси України. – 2022. - №2. – С. 3 – 11.
3. Manganese. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2022. – 194 p.
4. Булах О.В. Короткий аналіз технологій переробки марганцевих шлаків / О.В. Булах// Збагачення корисних копалин. – 2017. – Вип. 68(109). – С. 20-22.
5. Рудько Г.І. Геологія марганцевих родовищ світу. Стаття 2. Перспективи розвитку мінерально-сировинної бази марганцевих руд в Україні/Г.І. Рудько, В.Е. Карли// Мінеральні ресурси України. – 2023. - №1. – С. 11 – 18.
6. Електронний ресурс: <https://pokrovzsk.com.ua/history/>
7. Електронний ресурс: <http://surl.li/qrydzh>
8. Електронний ресурс: <https://studfile.net/preview/5692358/page:4/>
9. Електронний ресурс:
<https://ea.donntu.edu.ua/bitstream/123456789/11112/1/%D0%9E%D0%B1%D0%BE%D0%B3%D0%B0%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D1%80%D1%83%D0%B4%20%D1%87%D0%B5%D1%80.%D0%BC%D0%B5%D1%82.pdf>
10. Березняк А.А. Дослідження збагачуваності марганцевих руд на магнітних сепараторах різного типу/ А.А. Березняк, Е.А. Березняк, Н.Р. Глуховеря// Збагачення корисних копалин. – 2016. – Вип. 62(103). – С. 27-30.

11. Ніколаєнко К.В., Олійник Т.А., Прилипенко В.Д. Магнітні та електричні методи збагачення корисних копалин. – К.: Фенікс, 2010. – 368 с.
12. Шинкоренко С.Ф. напівпромислові дослідження гравітаційно-магнітної та магнітно-флотаційної схем збагачення окислених залізних руд шахтного видобутку Кривого Рогу / С.Ф. Шинкоренко, Г.М. Косой, Л.Ф. Суббота, Е.П. Салищева, А.А. Ширяєв // Збагачення руд чорних металів. – 192. – Вип. 13.– С. 52-59.
13. Кармазін В.І. Сучасні методи магнітного збагачення руд чорних металів/ В.І. Кармазін. 192. – 659 с.
14. Москаленко І.В. Нові магнітні сепаратори з постійними магнітами на основі рідкоземельних металів / І.В. Москаленко, Л.А. Ломовцев, Ю.А. Хватов// Гірничий журнал. – 1997. - № . – С. 35-37.
15. Gerber R., Birss R.R. High gradient magnetic separation. Chichester: John Wiley and Sons, 1983.
16. Wasmuth H.-D. PERMOS – a new medium intensity drum type permanent magnetic separator with special structure of NdFeB magnets/ H.-D.Wasmuth, K.-H. Unkelbach // XVIIth IMPC. Dresden. – 1991.
17. Marinescu M. et al. New permanent magnetic separator with NdFeB meets theoretical predictions / M. et al. Marinescu // IEEE Trans. On Magnetics. – 1989. – № 3. – P. 2732-2738.
18. Магнітний сепаратор RE Roll рекламний проспект фірми Eriez magnetics, 1994 г.
19. Reading Rare Earth Magnetic Separators рекламний проспект фірми The Reading group, 2002 г.
20. Валковий магнітний сепаратор High Force рекламний проспект фірми Outo Cumpu, 2003 г.
21. Новий барабаний сепаратор PERMOS середньої інтенсивності на постійних магнітах та його практичне використання для переробки маритових руд// Металургійна та гірничорудна промисловість. – 2003. - № 2. – С.46-50.

22. Сокур М.І. Дослідження і розробка нової технології збагачення слабомагнітної сировини / М.І. Сокур, І.В. Москаленко, В.П. Хорольський, В.А. Москаленко// Нові технології і техніка для переробки руд чорних металів. – Кривий Ріг. – С. 81-87.

23. Сепаратори магнітні барабанні для сипучих матеріалів. Рекламный проспект научно-производственной фирмы «Продэкология», 2002 г.

24. Лозін А.А. Обладнання від НПФ «Продэкологія» / А.А. Лозін // матеріали 3-го міжнародного симпозіуму «Якість 2002», Кривий Ріг: КТУ – 2002.

25. Перспективи використання сепараторів НПФ «Продэкологія» для підготовки бідних гематитових руд Криворізького ГЗКОРу до збагачення // Metal. – 2008. № 3. – с. 20-27.

26. Данілов С.А. Структурно-текстурні, мінералогічні та хімічні зміни при окисленні карбонатних марганцевих руд Нікопольського родовища / С.А. Данілов // Геологія и рудність півдня України: Сб. Дніпропетровск. ун-ту. – 192.- Вип. 5. – С. 82-72.

27. Баранова Н.М. Басс Ю.Б. Нікопольський марганцеворудний басейн. – 1964. – 536 с.

28. Головань В.І., Грицай Ю.Л., Величко Ю.В. Дослідження крупності та речовинного складу марганцевих шламів. Укрекологія. – 2006.

29. Папушин Ю.Л., Смирнов В.О., Білецький В.С. Дослідження корисних копалин на збагачуваність – Донецьк : Східний видавничий дім, 2006. – 344 с.

30. Головань В.І. Перспективи збагачення марганцевих шламів шламосховища «Максимівські ставки»/ В.І. Головань, Ю.Л. Грицай, Ю.В. Величко, Д.В. Зінов'єв, О.В. Булах, С.Г. Анісімова// Вісник КТУ. – 2010. – Вип. 26. – С. 154-162.

31. Винокурова Л.Е. Основи охорони праці / Винокурова Л.Е., Васильчук М.В., Гаман М.В. – К.: Вікторія, 2011. – 192 с.

32. Гандзюк М.П. Основи охорони праці / Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. – К.: Каравелла, 2004. – 408 с.

33. Тарасюк Г.М. Планування діяльності підприємства: Навч. посіб. / Тарасюк Г.М., Шваб А.І. – К.: «Каравела», 2003. – 432с.