

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

Гірничо-металургійний факультет

Кафедра гірничої справи

«Допущено до захисту»

Гарант ОПП

Костянтин Левченко

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього рівня «магістр»

за підсумками виконання

освітньо-професійної програми

«Технології збагачення корисних копалин»

зі спеціальності 184 Гірництво

на тему «Підвищення якості концентрату ПРАТ «ПівнГЗК» за рахунок покращення показників розкриття руди».

Керівник роботи

Ігор Младецький

Консультант від
бази практики

Євген Безсмертний

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Здобувач

Ігор Владельщиков

Підсумкова оцінка за атестацію			
--------------------------------	--	--	--

Голова ЕК

Андрій Ртищев



ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет гірничо-металургійний
Кафедра гірничої справи
Ступінь вищої освіти магістр
Спеціальність **184 Гірництво**
ОПП **Технологія збагачення корисних копалин**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант ОПП

Костянтин Левченко

30.12.2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Владельщикова Ігора Геннадійовича

(ПРІЗВИЩЕ, ІМ'Я, ПО БАТЬКОВІ ЗДОБУВАЧА)

1. Тема роботи «Підвищення якості концентрату ПРАТ «ПівніЗК» за рахунок покращення показників розкриття руди».

керівник роботи Младецький Ігор Костянтинович доктор технічних

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

наук професор

затверджені наказом №238/14.10.2024 Університету від 14.10.2024р.

2. Термін подання роботи 08.02.2025р.

3. Вихідні дані до роботи Навчальна література, державні стандарти гірничо-металургійної галузі, збагачення корисних копалин, методична література з спеціальних дисциплін та дипломування, науково-дослідницькі роботи за тематикою досліджень; літературні джерела, технологічні інструкції, дані ПІВНІЧНИЙ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИЙ КОМБІНАТ, м. Кривий Ріг, результати власних експериментів та досліджень тощо

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань) Анотація. Зміст. Вступ. 1. Аналіз предметної області. 2. Теоретичні дослідження. 3. Програма, методика та результати експериментальних досліджень (3.1 Мета та методи експериментальних досліджень; 3.2 Перелік використаної апаратури, обладнання; 3.3 Результати досліджень із аналізом отриманих результатів; висновки Висновки. Додатки.

5. Перелік графічного (демонстраційного) матеріалу: 6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що їх стосуються.

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта
Технологічний	Младецький І. К. доктор технічних наук професор
Спеціальний	Младецький І. К. доктор технічних наук професор

7. Дата видачі завдання 18.02.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи (проекта)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1. Технологічна частина	30.12.2024 – 04.01.2025	
2	Загальні відомості про ПівнГЗК	06.01.2025 – 10.01.2025	
3	Загальні відомості про РЗФ-1	13.01.2025 – 17.01.2025	
4	Розділ 2. Спеціальна частина	20.01.2025 – 24.01.2025	
5	Висновки, перелік посилань, вступ, зміст, реферат	27.01.2025 – 31.01.2025	
6	Подання завершеної роботи. Перевірка на академічний плагіат	03.02.2025 – 07.02.2025	
7	Остаточне оформлення роботи, презентаційного матеріалу, автореферату	10.02.2025 – 14.02.2025	
8	Рецензування завершеної роботи.	15.02.2025 – 18.02.2025	
8	Захист	18.02.2025	

Здобувач

Ігор Владельщиків

Керівник роботи

Ігор Младецький



АНОТАЦІЯ

Владельщиков Ігор Геннадійович. Підвищення якості концентрату ПРАТ «ПівнГЗК» за рахунок покращення показників розкриття руди. Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 184 Гірництво, ОПП «Технології збагачення корисних копалин» – ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Запоріжжя, 2025.

Об'єктом дослідження є технологічний процес збагачення залізорудного концентрату ПРАТ «ПівнГЗК».

Предмет дослідження – отримання залізорудного концентрату з підвищеною якістю ПРАТ «ПівнГЗК» в умовах РЗФ-1, за рахунок покращення розкриття руди.


Робота актуальна так як, технологічний процес збагачення залізорудного концентрату частіше використовує три стадії подрібнення класифікації та збагачення

Мета даної роботи – розробка технології збагачення залізної руди ПРАТ «ПівнГЗК» з залучанням четвертої стадії подрібнення, класифікації та збагачення

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні задачі:

- виконати аналіз чинних наукових досліджень за темою кваліфікаційної роботи;
- проаналізувати сучасні методи та можливості збагачення залізної руди;
- провести теоретичні та лабораторні дослідження з метою встановлення можливостей використання четвертої стадії подрібнення;
- розробити технологічну схему збагачення залізної руди

Методи досліджень: емпіричний для збору інформації; описовий;



спостереження; роботи з інформацією; математичного моделювання , діалектичний, системний аналіз, порівняльний аналіз.

В технологічному розділі розглянуто схему збагачення залізної руди в умовах РЗФ-1. Надана загальна характеристика технологічного процесу видобутку, транспортуванню, та процесу збагачення Північного ГЗК. Розглянута сировина база. В результаті дослідження визначена необхідність удосконалення наявної технологічної схеми, та сформульована невирішена частина проблеми, яку планується досліджувати та вирішувати в рамках кваліфікаційної роботи.

В спеціальному розділі проведено аналіз технологічного процесу подрібнення, класифікації та збагачення залізної руди. Надане обґрунтування процесу подрібнення. Розглянута технологічна схема ланцюгів апаратів. Виконанні лабораторні дослідження процесів подрібнення та розкриття рудних зростків. Отримання концентрату підвищеною якістю

ПІВНІЧНИЙ ГЗК, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ПОДРІБНЕННЯ, КЛАСИФІКАЦІЯ, ЗАЛІЗНА РУДА, ЗБАГАЧЕННЯ,ЗАЛІЗОРУДНИЙ КОНЦЕНТРАТ.



ABSTRACT

Vladelshchikov Igor Gennadiyovich. Improving the quality of concentrate of PJSC PivnGOK by improving ore disclosure rates. Qualification work as a manuscript.

Qualification work for a master's degree in the specialty 184 Mining, OPP "Mineral Processing Technologies" – LLC "TECHNICAL UNIVERSITY "METINVEST POLYTECHNIC", Zaporizhzhia, 2025.

The object of the study is the technological process of enrichment of iron ore concentrate of PJSC "PivnGOK".

The subject of the study is the production of iron ore concentrate with increased quality by PJSC PivnGOK in the conditions of RZF-1, due to the improvement of ore disclosure.

The work is relevant because the technological process of enrichment of iron ore concentrate often uses three stages of grinding, classification and enrichment


The purpose of this work is to develop a technology for the enrichment of iron ore of PJSC "PivnGOK" with the involvement of the fourth stage of grinding, classification and enrichment

To achieve this goal, it was necessary to solve the following tasks:

1. to analyze current scientific research on the topic of qualification work;
 2. to analyze modern methods and possibilities of iron ore enrichment;
 3. to conduct theoretical and laboratory studies in order to establish the possibilities of using the fourth stage of grinding;
- to develop a technological scheme for the enrichment of iron ore

Research methods: empirical to collect information; Descriptive; Surveillance; work with information; mathematical modeling, dialectical, system analysis, comparative analysis.

In the technological section, the scheme of iron ore beneficiation in the conditions of RZF-1 is considered. A general description of the technological process of extraction, transportation, and enrichment process of the



Northern GOK is provided. As a result of the study, the need to improve the existing technological scheme is determined, and the unresolved part of the problem, which is planned to be investigated and solved within the framework of qualification work, is formulated.


In a special section, the analysis of the technological process of grinding, classification and beneficiation of iron ore was carried out. Justification of the grinding process is provided. The technological scheme of the circuits of apparatus is considered. Laboratory studies of the processes of grinding and opening of ore growths were performed. Obtaining a concentrate of increased quality

NORTHERN GOK, TECHNOLOGICAL PROCESS, GRINDING, CLASSIFICATION, IRON ORE, ENRICHMENT, IRON ORE CONCENTRATE.



ЗМІСТ

Вступ	9
1.ТЕХНОЛОГІЯ ЗБАГАЧЕННЯ ЗАЛІЗНОЇ РУДИ ПРАТ «ПІВНГЗК».....	10
1.1. Загальні відомості про Північний гірничо-збагачувальний комбінат	10
1.2. Характеристика сировинної бази ПівнГЗК.....	12
1.2.1. Першотравневе родовище.....	12
1.2.2. Ганівське родовище.....	16
1.2.3. Вимоги до сировини	18
1.3. Загальні відомості про рудозбагачувальну фабрику №1	18
1.3.1. Технологія збагачення залізних руд в умовах рудозбагачувальної фабрики №1 ПівнГЗК.....	24
1.3.2. Характеристика операції подрібнення та класифікації	25
1.3.3 Друга стадія подрібнення і класифікації	28
1.3.4 Третя стадія подрібнення та класифікації	31
2. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ЗБАГАЧЕННЯ ЗАЛІЗНОЇ РУДИ.....	34
2.1. Характеристика і обґрунтування технологічних рішень	34
2.1.1. Кінетика процесу подрібнення	37
2.1.2. Замкнутий цикл подрібнення	40
2.1.3. Схема ланцюгів апаратів з додаванням четвертої стадії подрібнення	41
2.1.4. Результати лабораторних досліджень	45
Висновки	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	47



Перелік умовних позначень символів, одиниць, скорочень і термінів

- РЗФ-1** – рудозбагачувальна фабрика №1;
- РЗФ-2** – рудозбагачувальна фабрика №2;
- ЦВО-1** – цех виробництва обкотишів №1;
- ЦВО-2** – цех виробництва обкотишів №2;
- СТП** – стандарт підприємства;
- Fe магн.** – залізо магнетитове;
- МКР** – млин кульовий з розвантаженням через решітку;
- КСН** – класифікатор спіральний;
- МКЦ** – млин кульовий з центральним розвантаженням;
- ГЦ** – гідроциклон;
- ПБМ** – сепаратор магнітний (з постійною магнітною системою) барабанний для мокрого збагачення сильномагнітних руд;
- МД** – магнітний дешламатор;
- ДОО** – дисковий вакуум-фільтр;
- ВВН** – водокільцевий вакуум-насос;
- ВТК** – відділ технічного контролю;
- АСУТП** – автоматична система управління технологічним процесом.
- ПІВНГЗК** – Північний гірничозбагачувальний комбінат



ВСТУП

Залізні руди є основною промисловою мінеральною сировиною для виробництва чавуну та сталі. Зростання добування залізних руд здійснюється за рахунок їхніх бідних різновидів, які потребують високоефективного збагачення при підготовці їх до металургійної переробці.

Розвиток збагачення руд чорних металів характеризується, з одного боку, безупинною інтенсифікацією основних і допоміжних процесів у зв'язку з погіршенням якості руд, що добуваються, а з іншого боку – зростаючими вимогами до якості концентратів, тому що поширюється нові технології металургійного виробництва, яке потребує застосування високоякісних концентратів.

Подальший розвиток галузі передбачає підвищення вилучення компонентів з руд, що добуваються, збільшення вмісту заліза в концентраті. Залізні руди представлені більш ніж 20 мінералами. До основних відносяться: магнетит, мартит, гематит, лимоніт, гідроокиси заліза, сидерит, силікати заліза.

Продукцію чорної металургії складають залізні, марганцеві, хромові руди і продукти їхнього переділу – концентрати, агломерати, окатиші. В залежності від призначення продукція чорної металургії нормується і маркірується по хімічному, гранулометричному складах і хімічних властивостях.

Металургійна цінність руд і концентратів визначається змістом основного компонента, співвідношенням і хімічним складом рудних і нерудних мінералів, наявністю супутніх компонентів, гранулометричним складом, фізичними властивостями і витратами на збагачення. Ці витрати враховуються складністю схем і методів збагачення, крупністю дроблення і подрібнення залізних руд.



1.ТЕХНОЛОГІЯ ЗБАГАЧЕННЯ ЗАЛІЗНОЇ РУДИ ПРАТ «ПІВНГЗК»

1.1. Загальні відомості про Північний гірничо-збагачувальний комбінат.

ПРАТ «Північний гірничо-збагачувальний комбінат» (далі ПІВНГЗК), є одним з найбільших гірничодобувних підприємств в Європі що має повний цикл видобутку та виробництва сировини .Схема виробничого процесу зображена на мал.1

Добуток руди виконується в Першотравневому та Ганнівському кар'єрах. Добута руда транспортується автомобільним транспортом на першу стадію дроблення ,дробарних фабриках №2 та №3.

Руда після дроблення транспортується на поверхню циклічно-поточною лінією. Наступний етап, руда залізничним транспортом транспортується на дробарну фабрику №1, на якій виконуються 2, 3 та 4 стадії дроблення.

Після дроблення руда транспортується на подрібнення, яке представлено трьома стадіями. Збагачення промпродуктів після подрібнення та класифікації виконується: знешламлення на дешламації та збагачення за допомогою мокрої магнітної сепарації в умовах рудозбагачувальній фабриці №1, після чого цикл розділяється на зневоднення й виготовлення товарного концентрату з вмістом заліза на рівні 66%-68%, та транспортування концентрату у рідкій фазі гідротранспортом до рудозбагачувальної фабрики №2.

На РЗФ-2 виконується зневоднення концентрату, який транспортується конвеєрним транспортом до цеху з виробництва обкотишів №2. де є складовою частиною в підготовці шихтового сировини для виробництва обкотків, далі процес огрудкування та у завершальному етапі циклу - опаленні обкотишів із вмістом заліза від 63,0% до 65,0%.



1.2. Характеристика сировинної бази ПІВНГЗК.

До складу сировинної бази ПІВНГЗК, входять Першотравненве та Ганівське родовища –

1.2.1 Першотравненве родовище


Першотравненве родовище має складну блокову будову. Продуктивними родовищі є кварцити V, VI і VII залізистих горизонтів і VII сланцевого горизонту. Продуктивна товща родовища представлена породами п'ятого, шостого залізистих горизонтів.

Породи переважно представлені залізистими кварцитами шаруватої і брекчевидною структурами. Шаруватість порід обумовлена переслойкою рудних, змішаних і нерудних (силікатних або кварцових) шарів різної потужності.

Рудні шари потужністю до 20-25 мм складені переважно зернами і агрегатами магнетиту. Проміжки між ними виконані дрібними зернами кварцу, куммінгтоніту, гематиту, карбонатів і апатитів.

Змішані шари складені зернами і агрегатами магнетиту, кварцу, силікатами в різних співвідношеннях. Проміжки між ними заповнені дрібними зернами зазначених мінералів, а також гематиту, карбонатів, різних слюд, апатиту і піриту. Потужність шарів досягає 10-20 мм.

Нерудні шари зазвичай поділяються на кварцові і силікатні. Потужність їх може досягати 30-45 мм і більше. Кварцові шари складені зернами кварцу, проміжки між якими заповнені дрібними зернами магнетиту, карбонатів, тонкодисперсного гематиту, силікатів. Наявністю тонкодисперсного гематиту обумовлене забарвлення шарів, інтенсивність якої знаходиться в прямій залежності від кількості цього мінералу. Силікатні шари складені зернами і агрегатами силікатів (кумінгтоніт, рибекіт і ін.), серед яких зустрічаються дрібні зерна




магнетиту, гематиту, карбонатів, кварцу та інших силікатів, апатитів, піриту.

Виходячи з особливостей геологічної будови родовища продуктивну товщу Першотравневого родовища умовно можна розділити на три рудних тіла. Рудні тіла являють собою сукупність значної кількості тектонічних блоків, які мають приблизно однакові елементи залягання порід.

Найбільш раціональним для Першотравневого родовища є поділ порід на чотири групи - магнетитові, магнетит-гематитові, силікат-магнетитові і магнетит- силікатні. При цьому виявилось, що в межах стратиграфічних горизонтів може бути виділена одна або кілька груп залізистих горизонтів.

У перших двох групах (магнетитові і магнетит-гематитових різновиди залізистих кварцитів) в широких межах змінюється кількість силікатів. Результати аналізу складу і технологічних властивостей залізистих кварцитів дозволяють відзначити наступне:- для гематит-магнетитових різновидів кварцитів середній вміст заліза загального та магнетитового складають 36,57% і 24,81% відповідно. Середні значення вмісту заліза загального та магнетитового на експлуатаційних горизонтах близькі між собою і тільки на горизонтах +65 і +53 м. В зв'язку з процесами вивітрювання знижується вміст заліза магнетитового. Середнє значення вмісту заліза в концентраті для даного різновиду становить 66,64%. До горизонту - 43 м середні значення вмісту заліза в концентраті нижче 67%, вище горизонту + 41 м - нижче 66%, в межах горизонтів - 43 м - 103 м - вище 67%, нижче горизонту - 103 м - вище 68%.

Середні значення виходу концентрату і видобування заліза загального в концентраті становлять відповідно 40,81% і 74,36% при незначних відхиленнях по експлуатаційним горизонтам. Розподіл вмісту заліза в концентраті по пробам наступний: більше 68% -30,42% проб,



66-68% - 37,19% проб, 64-66% - 21,68% проб, 62-64% - 7,69% проб, 60-62% - 2,23% проб, менше 60% - 0,79%. Для магнетитових кварцитів середній вміст заліза загального та магнетитового становить 36,62% і 30,36% відповідно. Середнє значення вмісту заліза в концентраті становить 66,60%. На горизонтах +65 і +53 м середні значення вмісту заліза в концентраті нижче 66%, від горизонту +41 м до горизонту - 43 м змінюються від 66,0% до 67%, нижче горизонту - 43 м середнє значення вмісту заліза в концентраті перевищує 67%. Спостерігається збільшення заліза в концентраті з глибиною аналогічно, як і для гематит-магнетитових кварцитів. Середні значення виходу концентрату і вилучення заліза загального в концентрат становлять відповідно 46,79% і 85,22% при незначних відхиленнях по експлуатаційним горизонтам. Розподіл вмісту заліза в концентраті по пробам наступний: більше 68% - 29,30% проб, 66-68% - 37,37% проб, 64-66% - 24,49% проб, 62-64% - 7,33% проб, 60-62% - 1,37% проб, менш 60% - 0,14%. Магнетитові кварцити по збагачуваності переважно відносяться до легкозбагачуваних і в меншій мірі до середньозбагачуваних. На частку важкозбагачуваних доводиться в середньому близько 10% проб, хоча на деяких горизонтах ця величина досягає 12-14%, або знижується до 2-5%. Для силікат-магнетитових кварцитів середній вмісту заліза загального та магнетитового дорівнюють відповідно 29,59% і 22,60%, що узгоджується з середніми значеннями у даного різновиду по родовищу у цілому. Середній вміст заліза в концентраті становить 64,10%. До горизонту - 19 м середнє значення вмісту заліза в концентраті не перевищує 64,0%. Нижче даного горизонту величина середніх значень вмісту заліза в концентраті перевищує 64,0% досягаючи на окремих горизонтах 65,5%. Середні значення виходу концентрату і вилучення заліза загального в концентрат становлять відповідно - 35,26% і 76,38%, при незначних відхиленнях на експлуатаційних горизонтах. Розподіл вмісту заліза в концентраті по

пробам наступне: більше 68% - 6,49% проб; 66-68%- 21,55% проб; 64-66% - 32,59% проб; 62-64% - 20,58% проб; 60-62% - 9,81% проб; менше 60% - 8,98% проб. За збагачуваністю різновиди кварцитів відносяться до легко-, середньо- і важкозбагачуваних.. Кварцити з вмістом заліза в концентраті більше 64% зазвичай зустрічаються у вигляді малопотужних прошарків серед кварцитів шостого залізного горизонту або у вигляді оторочок зон лужноземельного метасоматозу (кумінгтонізації).

Фізико-механічні властивості порід Першотравневого родовища за даними дослідження вказані в таблиці 1.

Таблиця 1.- Фізико-механічні властивості порід Першотравневого родовища

№ горизонту (умовно)	Назва порід	Густина т/см ³	Справжня щільність г/см ³	Пористість, %	Робота руйнування, кг/см ²	Міцність за школою Протодіяконова
1	Кварцит магнетитовий	3,51	3,67	4,4	9,4	14-16
2	Кварцит силікат магнетитовий	3,38	3,49	3,1	12,7	11,12
3	Кварцит магнетит-силікатний	3,02	3,27	7,7	14,5	11-13
4	Кварцит магнетит-силікатний	3,06	3,22	5,3	16,6	13-16
5	Кварцит магнетит-силікатний	3,0	3,2	3,0		5-17
6	Кварцит магнетит-силікатний	3,05	3,3	2,02		6-12
7	Кварцит магнетитовий	2,8	2,9	1,4		3-12

Технологічні сорти різновидів кварцитів Першотравневого родовища згідно випробування забоїв вказані в таблиці 1.1

Таблиця 1.1- Технологічні сорти різновидів кварцитів Першотравневого родовища.

Різнovid кварцитів	Розподіл технологічних сортів кварцитів, %					
	Масова частка заліза в концентраті за технологічними сортами, %					
	більше 68	68-66	66-64	64-62	62-60	менше 60
Гематит-магнетитові	30,42	37,19	21,68	7,69	2,23	0,79
Магнетитові	29,33	37,37	24,49	7,33	1,37	0,14
Силікат-магнетитові	6,49	21,55	32,59	20,58	9,81	8,98
Магнетит-силікатні	2,52	9,28	16,35	13,50	10,65	47,69

1.2.2. Ганнівське родовище

Ганнівське родовище представлено пластовим рудним тілом, до складу якого входять залізисті кварцити лежачої пачки першого залізистого горизонту саксаганської свити Криворізької серії палеопротерозою. Рудне тіло простягається більш ніж на 14 км. У північній частині рудне тіло розбите численними тектонічними порушеннями, орієнтованими хрестом простягання порід.

Лежача пачка сформована переважно магнетитовими і гематит-магнетитовими кварцитами. Поширені силікат-магнетитові і магнетит-силікатні кварцити. Останні спостерігаються епізодично, або зустрічаються у вигляді малопотужних прошарків (до 10-15 м) як в середині товщі, так і на контакті з породами висячого пачки. Магнетитові кварцити спостерігаються на контакті з сланцями першого сланцевого горизонту, а так само в висячому боці продуктивної товщі.

У першому випадку в їх складі кількість силікатів і карбонатів не перевищує 10%, а в другому змінюється в досить широких межах, але силікатів зазвичай більше 10% Кварцит характеризуються середньо- і тонкослоїстою текстурою, яка обумовлена чергуванням рудних,

нерудних (силікатних), змішаних і кварцових шарів. Дуже часто силікатні шари спостерігаються на ділянках поступових переходів до сланцям, або силікат-магнетитовим кварцитів. Рудні шари складені магнетитом - 40-75%, кварцом - 15-40%, мартитом - до 7%, кумінгтонітом - до 9%, буттям - до 20%, залізною слюdkою - до 5%, амфіболами - до 8%, гідрослюдами - до 7%, карбонатами - до 4%, в незначних кількостях присутні егіриніт, апатит, пірит і альбіт. Потужність шарів змінюється від 0,1 до 5 мм, іноді досягаючи 10 мм. Рудні шари займають близько 50% обсягу шарів магнетитових кварцитів. Породи представлені переважно магнетитом у вигляді зростків розміром 0,03–0,5мм і рідко ізольованими ідіоморфними зернами розміром від 0,01 до 0,1мм. Магнетит іноді містить включення, які представлені зернами кварцу, карбонатів і силікатів. Кварц заповнює проміжки між агрегатами магнетиту у вигляді зерен правильної форми розміром від 0,01 до 0,1 мм. По кварцу і, рідше, по магнетиту відзначається пошаровий розвиток залізної слюdkи з розміром окремих кристалів до 0,06 мм.

В асоціації із залізною слюdkою часто зустрічається гіпогенних мартит, біотит, лужні амфіболи, гідрослюд і карбонати, які розвиваються по кварцу, утворюючи агрегати, подовжені по шаруватості. Кумінгтоніт і егіриніт зустрічаються у вигляді реліктових сильно змінених скупчень.

Фізико-механічні властивості залізистих кварцитів продуктивної товщі Ганнівського родовища_в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3- Фізико-механічні властивості залізистих кварцитів продуктивної товщі Ганнівського родовища

№ п/п	Показники	Значення
1	Густина, г/см ³	3,39
2	Питома щільність, г/см ³	3,62
3	Пористість, %	5,8
4	Вологість (в видобутої масі), %	3
5	Міцність за школою Протодияконові	16-18
6	Розмір шматка, мм	0-400

1.2.3. Вимоги до сировини

Крупність дробленої руди, що надходить на РЗФ-1 повинна відповідати вимогам які вказані в таблиці 2.

Таблиця 2- Крупність дробленої руди.

Найменування	Норма в змінних пробах	Методи випробувань
Вміст класу +20,0 мм не більше, %	9,2	1. Відбір і підготовка проб виконується згідно ДСТУ 2. Визначення гранулометричного складу виконується методом ситового аналізу згідно ДСТУ

Склад рудної шихти, що надходить на РЗФ-1 з Першотравневого та Ганівського кар'єрів, та забезпечує планові показники збагачення, повинен відповідати наступним співвідношенням та різновидами вказаним в таблиці 2.1, 2.2.

Таблиця 2.1- Склад рудної шихти.


Родовище	Співвідношення, %	Різновид, %		Питома робота руйнування, кг м/см ³ , не більше
		південь	північ	
Першотравневе	65 ± 5	-	-	9,0
Ганівське	35 ± 5	75	25	9,0

Таблиця 2.2-Різновид рудної шихти

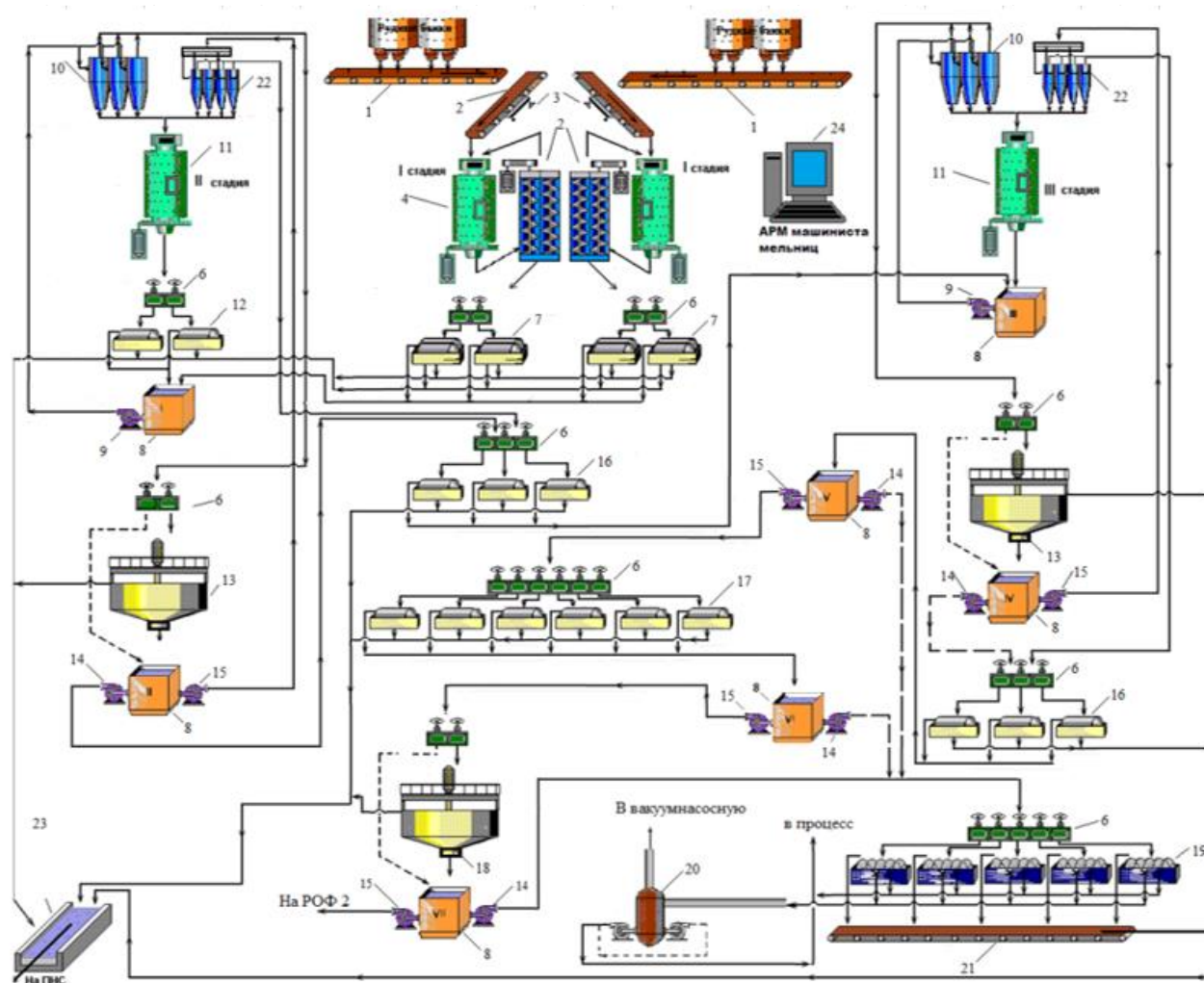
№ п/п	Різновид	Вміст, %	Допустимі відхилення, %
1.	Легкозбагачувані (ЛЗ)	Не менше 66,0	-2,0
2.	Середньозбагачувані (СЗ)	Не більше 16,0	+2,0
3.	Важкозбагачувані (ВЗ)	Не более 18,0	+2,0

1.3. Загальні відомості про рудозбагачувальну фабрику №1.

На рудозбагачувальній фабриці №1 для сумісного збагачення шихті із руд Першотравневого та Ганівського кар'єрів магнетитових кварцитів застосовується технологія мокрого кульового подрібнення, гідравлічної класифікації і мокрого магнітного збагачення. Збагачувальна фабрика

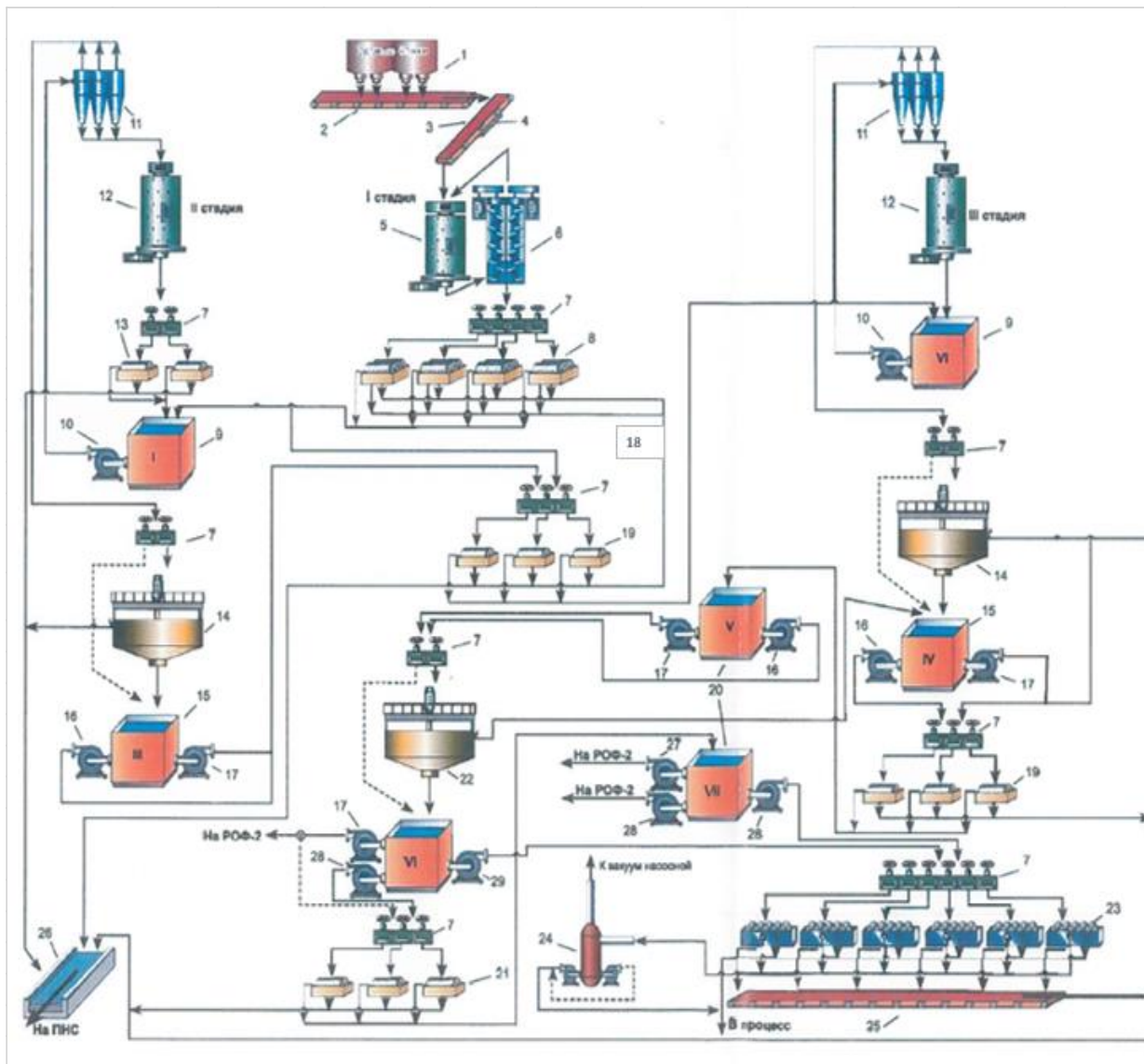


включає:- вісім спарених секцій (№1-16) –перша черга, схема ланцюгів апаратів секції зображена на рис.2 Друга черга складається з одинадцяти секцій (№17-27). Схема ланцюгів апаратів секції другої черги зображена на рис.3




№ п/п	Найменування	Кількість
1	Горизонтальний конвеєр	4
2	Конвеєр стрічковий похилий	2
3	Ваги конвеєрні	2
4	Млин кульовий МКР 3600x4000	2
5	Класифікатор двохспіральний "2КСН-2,4x12,5"	2
6	Пульпорозподільвач	10
7	Сепаратор магнітний двобарабаний ПБМ (SWM)-ПП-90/250 або ПБМ (SWM)-ПП-120/300	4
8	Технологічні зумпфа	7
9	Насос відцентрований VASA 7010 (1-2ст.)	2
10	Батарея гідроциклонів (1-2ст.)	2
11	Млин кульовий МКЦ 3600x5500 2-3 стадія подрібнення	2
12	Сепаратор магнітний ПБМ (SWM)-П-120/300 (2 ст.)	2
13	Дешламатор магнітний МД-9 (φ=9000мм) 1,2ст.	2
14	Насос відцентрований 8Гр-8 (Q=350, Н=40) 1,2 ст., концентратний	5
15	Насос відцентрований VASA 507 1,2 ст., концентратний	5
16	Сепаратор магнітний ПБМ (SWM)-ПП-120/300 (3,4 ст.)	6
17	Сепаратор магнітний ПБМ-ПП-120/300 (5 ст.)	12
18	Дешламатор магнітний МД-9 (φ=9000мм) концентратний	1
19	Вакуум-фільтр ДОО 160/3,2	16
20	Допоміжне обладнання, вакуум-насоси ВВН-2, турбокомпресори ТВ-175, ресивери, вакуум-проводи та ін.	
21	Збірні стрічкові конвеєри концентрату	4
22	Батарея гідроциклонів контрольної класифікації (1-2ст.)	2
23	Хвостовий лоток	1
24	АСК ТП в виробництві концентрату	1

Рисунок 2. Схема ланцюгів апаратів першої черги



№ п/п	Найменування	Кількість
1	Рудний бункер	1
2	Горизонтальний конвеєр	2
3	Конвеєр стрічковий похилий	1
4	Ваги конвеєрні	1
5	Млин кульовий МКР 4000x5000	1
6	Класифікатор двохспіральный "2КСН-2,4x12,5"	1
7	Пульпозподільвач	6
8	Сепаратор магнітний двобарабанный ПБМ (SWM)-ПП-90/250	4
9	Технологічний зумпф №1,2	2
10	Насос відцентрований VASA 7010 (1-2ст.)	2
11	Батарея гідроциклонів (1-2ст.)	2
12	Млин кульовий МКЦ 3600x5500 2-3 стадія подрібнення	2
13	Сепаратор магнітний ПБМ (SWM)-П-120/300 (2 ст.)	2
14	Дешламатор магнітний МД-9 (φ=9000мм) 1,2ст.	2
15	Промпродуктовий зумпф №1,2	2
16	Насос відцентрований 8Гр-8 (Q=350, H=40) 1,2 ст., концентратний	3
17	Насос відцентрований VASA 507 1,2 ст., концентратний	3
18	Сепаратор магнітний ПБМ (SWM)-ПП-120/300 (3 ст.)	3
19	Сепаратор магнітний ПБМ (SWM)-ПП-120/300 (4 ст.)	3
20	Концентратний зумпф	2
21	Сепаратор магнітний ПБМ-ПП-120/300 (5 ст.)	30*
22	Дешламатор магнітний МД-9 (φ=9000мм) концентратний	1
23	Вакуум-фільтр ДОО 160/3,2	10*
24	Допоміжне обладнання, в вакуум-насоси ВВН-2, турбокомпресори ТВ-175, ресивери, в вакуум-проводах та ін.	
25	Збірні стрічкові конвеєри концентрату	2
26	Хвостовий лоток	1
27	Насос відцентрований концентратний VASA 7010	2*
28	Насос відцентрований концентратний VASA 507	7*
29	Насос відцентрований концентратний 8Гр-8	7*
	* на II чергу	

Рисунок 3. Схема ланцюгів апаратів другої черги



Загальна схема ланцюгів апаратів збагачувальної фабрики РЗФ-1 зображена на рис. 4, і включає:- три стадії подрібнення дробленої руди із застосуванням кульових млинів типу МШР 3600x4000, МШР 3850x4000, МШР 4000x5000, МШЦ 3600x5500; три стадії класифікації з застосуванням спіральних (шнекових) класифікаторів типу 2КСН 2,4x12,5 і гідроциклонів типу ГЦ 710 і ГЦ 500, на ряду секцій впроваджена операція контрольної класифікації в гідроциклонах ГЦ 350; п'ять стадій магнітної сепарації з застосуванням сепараторів типу ПБМ-ПП-90/250, ПБМ-П(ПП)-150/200 і ПБМ-П(ПП)-120/300; три стадії магнітної дешламації (знешламлення проміжних продуктів і концентрату) з використанням дешламаторів типу МД-9А; зневоднення готової продукції (концентрату) на дискових вакуум-фільтрах типу ДОО-160-3,2У.

Внутрішньоцеховою транспорт включає: транспортування дробленої руди в млини I стадії подрібнення; транспортування концентрату на склади фабрики, а також зовнішнім (залізнодорожні вагони) і внутрішнім (ЦВО-1) споживачам. Піскові насоси типу VASA 7010/200, VASA 507/150, ORION- НМ 250 або аналогічними насосами виробництва «ПЗМЛ», 8Гр-8, 5Гр-8 для гідротранспорту проміжних продуктів і концентрату. На РЗФ-1 передбачена можливість транспортування концентрату в рідкій фазі на РЗФ-2 для подальшого зневоднення і відвантаження споживачам (залізничні вагони, ЦВО-2).

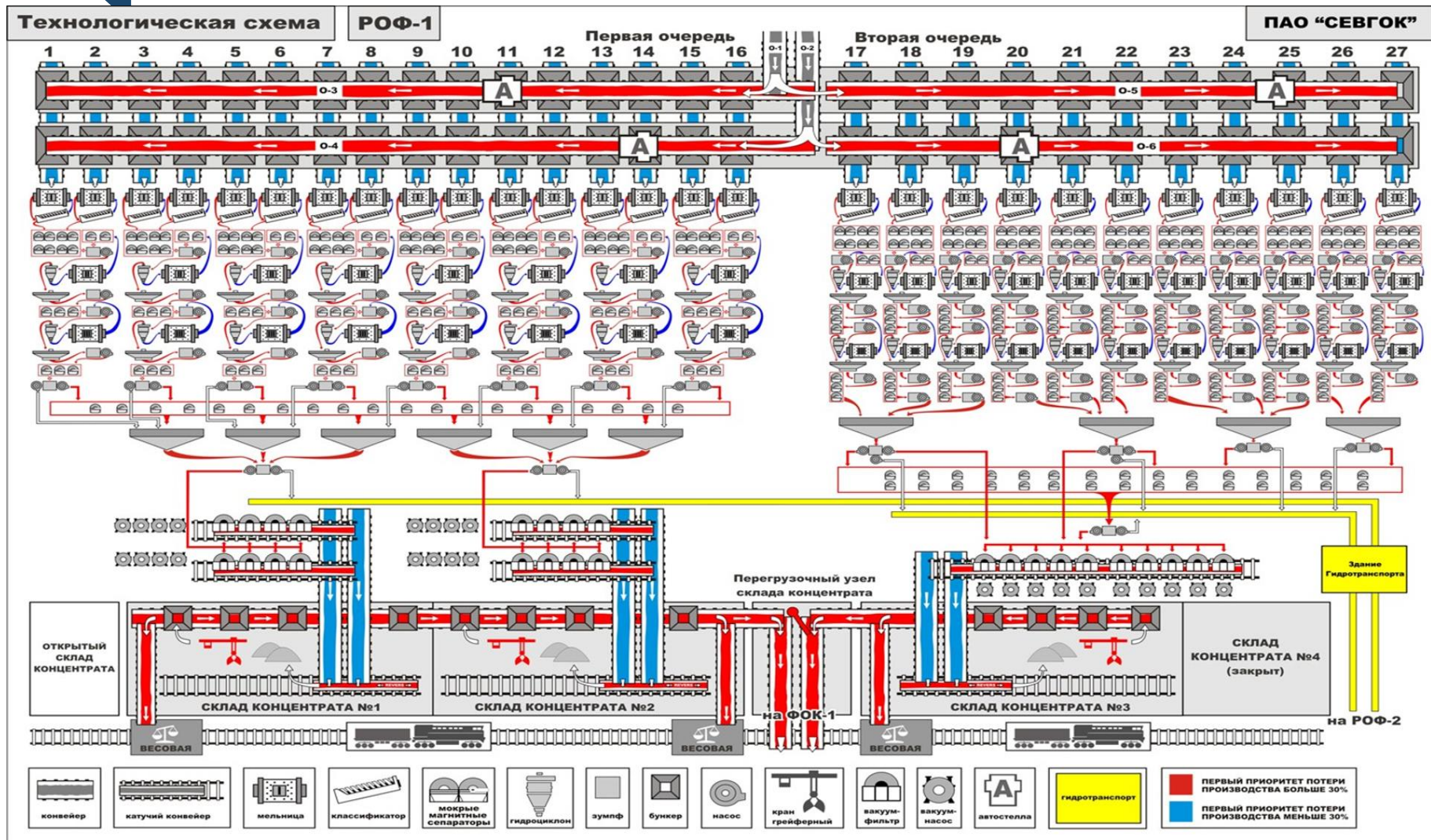



Рисунок 4. Загальна схема ланцюгів апаратів РЗФ-1



1.3.1 Технологія збагачення залізних руд в умовах рудозбагачувальної фабрики №1.

Збагаченням корисних копалин є сукупність технологічних операцій первинної обробки мінеральної сировини, для підвищення концентрації корисного мінералу, здійснюється шляхом видалення з них пустої породи.

При збагаченні залізних руд, кінцевою продукцією процесу збагачення є залізорудний концентрат придатний для виробництва залізорудної сировини (виробництво агломерату, окатків, брикетів та ін.).

Технологія збагачення залізної руди в умовах рудозбагачувальної фабрики передбачає наступні операції:

1. подрібнення дробленої руди із застосуванням кульових млинів типу МШР 3600x4000, МШР 3850x4000, МШР 4000x5000, МШЦ 3600x5500;
2. класифікація з застосуванням спіральних (шнекових) класифікаторів типу 2КСН 2,4x12,5 і гідроциклонів типу ГЦ 710 і ГЦ 500, на ряду секцій впроваджена операція контрольної класифікації в гідроциклонах ГЦ 350;
3. магнітна сепарація з застосуванням сепараторів типу ПБМ-ПП-90/250, ПБМ-П(ПП)-150/200 і ПБМ-П(ПП)-120/300;
4. магнітна дешламація (знешламлення проміжних продуктів і концентрату) з використанням дешламаторів типу МД-9А;
5. зневоднення готової продукції (концентрату) на дискових вакуум-фільтрах типу ДОО-160-3,2У.

1.3.2. Характеристика операцій подрібнення та класифікації

Для досягнення мети по підвищенню якості концентрату за рахунок покращення розкриття руди, розглянемо постодійне подрібнення і класифікації.

Вихідна дроблена руда крупністю 20-0 мм подрібнюється в млині першої стадії з розвантаженням через решітку (табл. 4.1), який працює

в замкнутому циклі з двоспіральним класифікатором 2КСН 2,4х12,5

Подача матеріалу з бункерів дробленої руди, на горизонтальні конвеєра В=1000 виконується самопливом, через патрубків живильники. Потім руда надходить на похилий конвеєр В=1000 і подається в млин I стадії подрібнення. Регулювання продуктивності відбувається зміною швидкості руху стрічки горизонтальних конвеєрів. Вимірювання продуктивності відбувається за рахунок показників електронних ваг ВКТ-4 встановлених на похилому конвеєрі. Технічна характеристика кульових млинів першої стадії подрібнення відображена в табл.4.

Розвантаження млина (злив) самопливом надходить в спіральний класифікатор, де розділяється на крупну (піски) і тонку (злив) фракції. Піски класифікатора (циркуляційне навантаження) транспортуються в зворотній жолоб і сумісно з вихідною рудою надходять в млин на подрібнення. Злив спірального класифікатора самопливом надходить в пульпорозподільник першої стадії магнітної сепарації. Технічна характеристика спірального класифікатора 2КСН 2,4х12,5 наведена в табл.2.3

Таблиця 2.3- Технічна характеристика спірального класифікатора 2КСН 2,4х12,5

№ п/п	Найменування параметрів	Од. вим.	Типорозміри		
1.	Найменування:		Кульовий млин із розвантаженням через грати для мокрого подрібнення матеріалів (ЗАО НКМЗ)		
2.	Типорозміри млина		МШР 3600х4000	МШР 3850х4000-УХЛ4	МШР 4000х5000
3.	Номер технологічної секції		1-14	15-16	17-27
4.	Внутрішній діаметр барабану (без підкладки) не більше	мм	3 600	3 850	4 000
5.	Довжина барабану (без підкладки) не менше	мм	4 000	4 000	5 010
6	Номінальний об'єм барабану, ±5%	м ³	36,0	41,6	55,0
7	Номінальна частота обертання, від критичної	%	75-85	75-83	75-82

8.	Ступінь заповнення барабану тілами, що мелють	%	40-43		
9.	Потужність електродвигуна, не більше	кВт	1 000 (1 120)	1 250	2 000
10.	Габаритні розміри млина в зборі з приводом через венцову шестерню, не більше:				
	довжина	мм	15 100	12 950	16 400
	ширина	мм	7 600	7 370	8 400
	висота	мм	5 700	5 190	6 200
11.	Маса млина без мастильного і електричного обладнання, фундаментної арматури, приладів для механізації і боротьби із шумом, мелючих тіл, не більше	т	164	207	265
Довідкові дані					
12.	Частота обертання барабану	об /хв	18,0	17,33	17,18
13	Електродвигун: тип		H155051 M36	СДС 18-51-36	СДС 19-46-40
	потужність	кВт	1 000,0	1 250,0	2 000,0

**Таблиця 2.4- Технічна характеристика спірального класифікатора
2КСН 2,4х12,5**

№ п/п	Найменування параметрів	Од. вим.	Параметри
	Найменування:		Класифікатор спіральний для розділення у водному середовищі по крупності і щільності... руд чорних металів крупністю не більше 25,0мм.
1.	Діаметр спіралі	мм	2 400 ± 50
2.	Довжина корита	мм	12 500 ± 16
3.	Кількість спіралей	шт.	2
4.	Частота обертання спіралей	об/хв	3,6 ± 0,5
5.	Потужність двигуна, не більше приводу обертання спіралі приводу підйому спіралі	кВт кВт	22,0 4,0
6.	Габаритні розміри, не більше довжина ширина висота	мм	15 700 5 700 4 500
7.	Кут встановлення	градусів	18-3
8.	Маса без електрообладнання (з підкладкою спіралі із гуми ООО «Техномаш»)	кг	50 000
9.	Довідка: крок спіралі число заходжень спіралі	мм шт.	1 500 2

Режими роботи і технічні показники роботи першої стадії подрібнення і класифікації наведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3- Режими роботи і технічні показники роботи першої стадії подрібнення і класифікації.

№ п/п	Найменування показників	Од. вим.	Номер секцій		
			1-14	15-16	17-27
1.	Типорозміри: - млина		МШР 3600x4000	МШР 3850x4000	МШР 4000x5000
	- класифікатора		2 КСН - 2,4x12,5		
2.	Кількість млинів	од./секцію	2	2	1
3.	Кількість класифікаторів	од./секцію	2	2	1
4.	Оптимальна продуктивність млина	т/год	90,0-110,0	100,0-115,0	190,0-210,0
5.	Циркуляційне навантаження	%	150,0-160,0		140,0-150,0
6.	Діаметр куль що завантажуються	мм	100		
7.	Кульове заповнення	%	40,0 ± 5,0		
8.	Маса кульового завантаження	т	66,0 – 75,0	77,0 – 87,0	102,0 – 115,0
9.	Витрата куль	кг/т	Згідно питомої норми		
	Довідково	концентра ту	1,252		
10.	Масова частка твердого в: -розвантаженні млина	г/літр	2300-2450		
		%	76,0-82,0		
	-зливі класифікатора	г/літр	1350-1550		
		%	44,0 – 50,0		
11.	Масова частка -0,056 мм в: -розвантаженні млина	%	30,0 – 32,0		28,0 – 30,0
	-зливі класифікатора		58,0 – 60,0		
	-пісках класифікатора		11,0 – 13,0		
12.	Питома продуктивність млина по класу -0,056 мм	т/ м ³ год	1,5 – 1,6		1,7 - 1,9
13.	Кількість води, що подається в: - зворотній жолоб класифікатора - класифікатор	м ³ / год	20 - 30	25 - 35	40 - 45
			90 - 130	90 - 130	150 - 180

1.3.3 Друга стадія подрібнення і класифікації

Концентрат першої стадії магнітної сепарації самопливом надходить в перший технологічний зумпф (на I черзі – на непарні секції), куди подається додаткова вода для підтримання необхідної щільності живлення гідроциклонів і забезпечення постійного рівня пульпи не менше 75% висоти зумпфа. З технологічного зумпфа пульпа насосами VASA HD 7010/200 подається в колектор, до якого радіально чи лінійно

приєднані гідроциклони ГЦ-710 (ГЦ-500) (табл.2.4). В гідроциклонах матеріал розділяється на крупну (піски) і тонку (злив) фракції. Піски гідроциклонів доподрібнюються в млині II стадії з центральним розвантаженням МШЦ 3600х5500 (табл.2.5). Розвантаження (злив) млина надходить на II стадію магнітної сепарації. Магнітний продукт II стадії магнітної сепарації надходить в перший технологічний зумпф (на I черзі – на непарні секції). Злив гідроциклонів надходить на перший прийом знешламлення.

Таблиця 2.4- Технічна характеристика гідроциклонів.

№ п/п	Найменування параметрів	Од. вим.	ГЦ-710	ГЦ-500	ГЦ-350
	Найменування:		Гідроциклон із спіральним введенням живлення		
1.	Внутрішній діаметр	мм	710	500	350
2.	Кут конусності	град	20		
3.	Розмір живильного отвору	мм	200x85	190x92	110x50
4.	Діаметр: - зливного патрубкa - піскової насадки	мм	150,0		110,0
			90,0		
			76,0		33,0 - 34,0 (контро льна класиф ікація)
1-й прийом, II-я стадія класифікації					
2-й прийом, III-я стадія класифікації					
5.	Тиск на введенні в гідроциклони, не менше	мПа	0,18		
6.	Габаритні розміри: - довжина - ширина - висота	мм	1242	937	640
		мм	1196	770	746
		мм	2355	2200	1565
7.	Маса (не більше)	кг	900	700	300

Таблиця 2.5- Технічна характеристика кульових млинів II-III стадії подрібнення.

№ п/п	Найменування параметрів	Од. вим.	Типорозміри
1.	Типоразмер мельниці		МШЦ 3600х5500-УХЛ4
2.	Найменування:		Кульовий млин з центральним розвантаженням для мокрого

				подрібнення матеріалів (ЗАО НКМЗ)
3.	Номер технологічної секції			1-27
4.	Внутрішній діаметр барабану (без підкладки), не більше		мм	3600
5.	Довжина барабану (без підкладки), не менше		мм	5500
6.	Номінальний об'єм барабану, $\pm 5\%$		м ³	49,0
7.	Номінальна частота обертання, від критичної		%	75-85
8.	Ступінь заповнення барабану тілами, що мелють		%	40 \pm 5
9.	Потужність електродвигуна, не більше		кВт	1250
10.	Габаритні розміри млина в зборі з приводом через венцову шестерню, не більше: довжина ширина висота		мм	15100 7600 5700
11.	Маса млина без мастильного і електричного обладнання, фундаментної арматури, приладів для механізації і боротьби із шумом, мелючих тіл, не більше		т	170
Довідкові дані				
12.	Електродвигун: -тип -потужність		кВт	ДС3260-49-32 1250
13.	Частота обертання барабану		об/хв	18,14

Таблиця 2.6 Режим роботи і технічні показники другої стадії подрібнення і класифікації

№ п/п	Найменування показників	Од. вим.	Номер секції		
			1-14	15-16	17-27
1.	Кількість млинів	од./секцію	1		
2.	Типорозміри гідроциклонів		ГЦ-710 (ГЦ-500)	ГЦ-500	ГЦ-710 (ГЦ-500)
3.	Кількість гідроциклонів	од./секцію	3	5	3
4.	Продуктивність циклу подрібнення	т/год	120,0 – 130,0	130,0 – 140,0	110,0 – 120,0
5.	Циркуляційне навантаження	%	165,0 – 175,0	165,0 – 175,0	190,0 – 200,0
6.	Діаметр куль, що завантажуються	мм	40,0		
7.	Кульове заповнення	%	40 \pm 5		
8.	Маса кульового завантаження		90,0 - 102,0		

9.	Витрати куль	кг/т концентрату	Згідно питомої норми		
	Довідково (БП 2021г.)		0,632		
10.	Масова частка твердого в: - розвантаженні млина	г/літр %	1900 - 2200 60,0 – 66,0		
	- живленні гідроциклонів	г/літр %	1300 - 1350 34,0 – 40,0		
	- зливі гідроциклонів	г/літр %	1120 - 1160 16,0 – 20,0		
	- пісках гідроциклонів	г/літр %	2050 - 2400 64,0 – 74,0		
11.	Масова частка класу -0,056 мм в: - розвантаженні млина	%	60,0 – 63,0		
	- зливі гідроциклонів, не менше		90,0-94,0		
	- пісках гідроциклонів		37,0 – 39,0		
12.	Питома продуктивність млина по класу -0,056 мм	т/ м ³ год	0,6 - 0,8		
13.	Кількість води, що подається в технологічний зумпф	м ³ / год			3
			300,0 – 350,0	350,0 –400,0	0, 0, 0, – 3 5 0, 0

1.3.4 Третя стадія подрібнення та класифікації

На третю стадію подрібнення надходить промпродукт третьої стадії магнітної сепарації та розвантаження (злив) млина третьої стадії подрібнення. Подрібнення здійснюється в млинах МКЦ 3600x5500, що працюють в замкнутому циклі з гідроциклонами ГЦ-710 (ГЦ-500, ГЦ-350). В роботі на стадії повино бути не менше трьох гідроциклонів.

Концентрат третьої стадії магнітної сепарації надходить в другий технологічний зумпф (на першій черзі – на парні секції), куди подається додаткова вода для підтримання необхідної щільності живлення гідроциклонів і забезпечення постійного рівня пульпи не менше 75% висоти зумпфа.


З технологічного зумпфа пульпа подається насосами VASA HD 7010/200 в колектор, в якому радіально або лінійно підключені

гідроциклони. Режим роботи і технічні показники III стадії подрібнення та класифікації наведені в табл.4.6

Таблиця 2.7- Режим роботи і технічні показники III стадії подрібнення та класифікації

№ п/п	Найменування показників	Од. вим.	Номер секцій					
			1-14	15-16	17-27			
1.	Кількість млинів	од./секцію	1	1	1			
2.	Типоразмер гідроциклонів		ГЦ-710 (ГЦ-500)	ГЦ-500	ГЦ-710 (ГЦ-500)			
3.	Количество гідроциклонів	од./стадію	3	5	3			
4.	Продуктивність циклу	т/год	96,0 – 100,0	100-105,0				
5.	Циркуляційне навантаження	%	80,0 – 90,0					
6.	Діаметр куль, що завантажуються	мм	40					
7.	Кульове завантаження	%	40 ± 5					
8.	Маса кульового завантаження	т	92-108					
9.	Витрата куль	кг/т концентрату	Згідно питомої норми					
	Довідково		0,417					
10.	Масова доля твердого в:	г/літр	2000-2150					
	- розвантаженні млина	%	60,0-65,0					
	- живленні гідроциклонів	г/літр	1250-1340					
		%	30,0 – 38,0					
	- зливі гідроциклонів	г/літр	1080-1150					
		%	14,0 – 18,0					
- пісках гідроциклонів	г/літр	2180-2600						
	%	70,0 – 80,0						
11.	Масова частка класу -0,056 мм в:	%						
	- розвантаженні млина					92,0 – 97,0		
	- зливі гідроциклонів, не менше					97,5-98,5		
	- пісках гідроциклонів		86,0 – 90,0					
Продовження таблиці 4.7								
12.	Питома продуктивність млина по класу -0,056 мм	т/м³ год	0,18-0,22					
13.	Кількість води, що подається в технологічний зумпф	м³/ год	300,0 – 350,0	350,0 – 400,0	300,0 – 350,0			

Концентрат третьої стадії магнітної сепарації надходить в другий технологічний зумпф (на I черзі – на парні секції), куди подається додаткова вода для підтримання необхідної щільності живлення гідроциклонів і забезпечення постійного рівня пульпи не менше 75%



висоти зумпфа. З технологічного зумпфа пульпа насосами VASA HD 7010/200 подається в колектор, в якому радіально або лінійно підключені гідроциклони ГЦ-710 (ГЦ-500) (табл.2.7). В гідроциклонах матеріал розділяється на крупну (піски) і тонку (злив) фракції. Піски гідроциклонів доподрібнюються в млині III стадії з центральним розвантаженням МШЦ 3600x5500 (табл.2.7). Розвантаження (злив) млина надходить у другий технологічний зумпф (на першу чергу – на парні секції). Злив гідроциклонів надходить на другий прийом знешламлення.

Відображення операцій подрібнення, класифікації, знешламлення та збагачення відображено в кількісно-якісній схемі рис.5.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА РОФ-1 концентрат А-2 Fe=65.5%

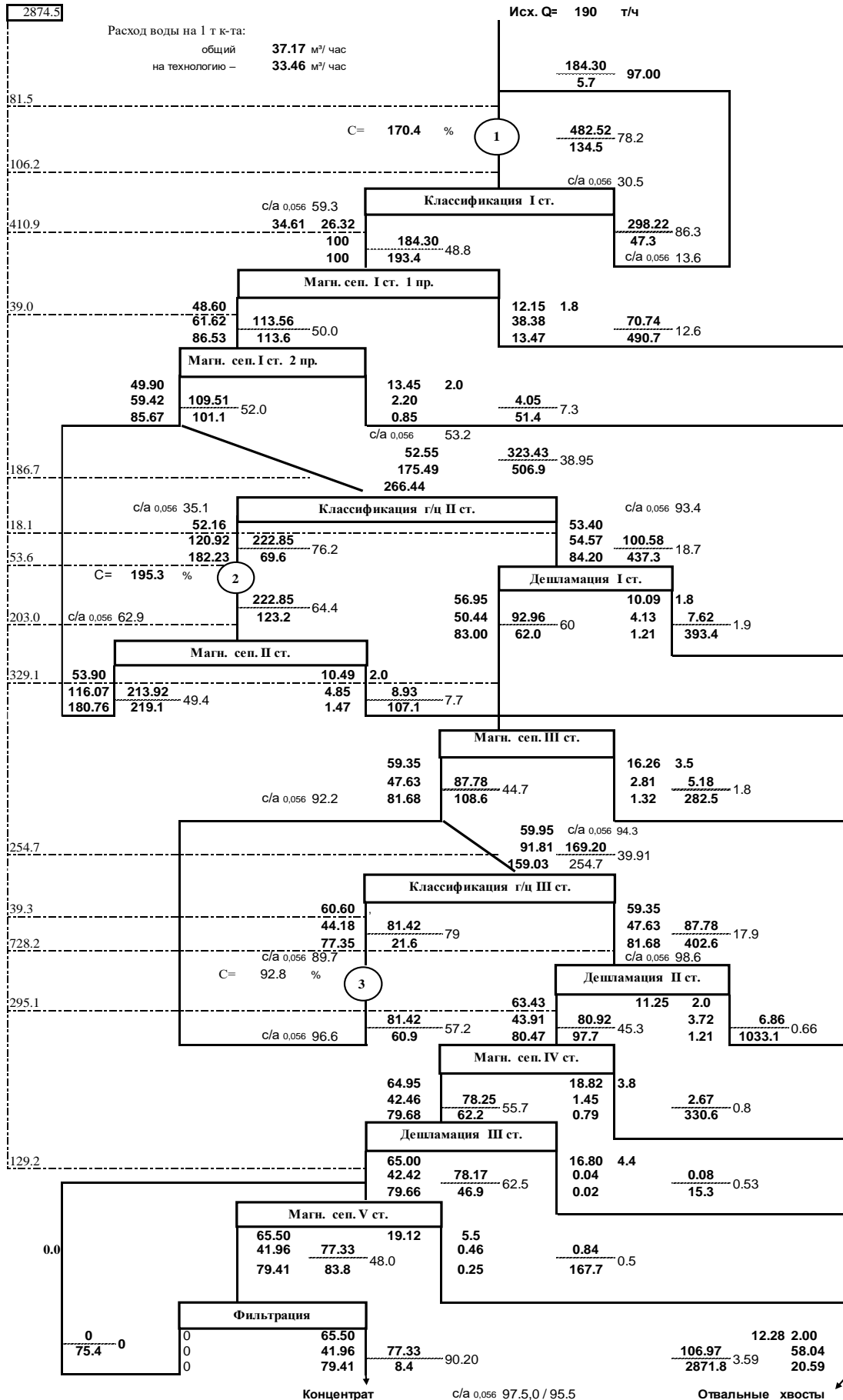


Рисунок 5. Кількісно-якісна схема РЗФ-1



2. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ


2.1 Характеристика і обґрунтування технологічних рішень.

Вихідні руди, що надходять на збагачення, переважно представлені зростками рудних і нерудних мінералів. В залозистих кварцитах зростки найчастіше бувають смугастими з вкрапленнями нерудних зерен у рудній смуги, і навпаки, рудних зерен в нерудних шарах. Між рудними і нерудними шарами залягають змішані шари, що складаються з найтонших смужок і вкраплень. Якщо поверхні зрощення мінералів не міцні, то їх роз'єднання відбувається легко вже при дробленні. Однак у більшості руд зростки дуже міцні і для розкриття мінералів необхідно робити дроблення і подрібнення в кілька стадій з таким рахунком, щоб розміри частинок після подрібнення були на два порядки менше товщини моно мінеральних прошарків і поперечників вкраплень рудних і нерудних мінералів.

Відношення кількості вільних частинок до загальної їхньої кількості в збагаченні руд чорних металів називають ступенем розкриття. В рудах, що підлягають збагаченню, важливе значення має в якій мінеральній формі знаходиться компонент, оскільки мінеральний склад визначає здатність руд до збагачення. Параметр вкрапленість визначає необхідну крупність подрібнення руд. Вкрапленість мінералів у рудах визначається максимальними лінійними розмірами (крупністю) зерен і їх агрегатів. Ступенем вкрапленості називають відношення кількості мінералу, що знаходяться в зростках, до загальної кількості.

Руйнування зростків у нашому випадку досягається ударом подрібнювальним тілом (кулі) чи тертям об його поверхню в кульових млинах.

У перетворенні матеріалів велику роль відіграє створення необхідної крупності матеріалу для успішного наступного його перетворення, що реалізується подрібнення. Переробка передбачає вилучення деякого цінного компонента, який у процесі подрібнення певним чином



розкривається. Найбільше поширений показник розкриття вкрапленого мінералу – крупність подрібнення. Крупність подрібнення характеризується вмістом заданого класу крупності, або питомою поверхнею подрібненого руди


Подрібнення називають процес руйнування і зменшення розмірів грудок сировини під дією зовнішніх механічних, теплових, електричних сил, направлених на подолання внутрішніх сил зчеплення, що зв'язують між собою частинки твердого тіла.

Обґрунтування параметрів операції подрібнення задля визначення закономірностей розкриття зростків.

Обґрунтування параметрів операції подрібнення для визначення закономірностей розкриття зростків при збагаченні магнетитових кварцитів на Північному Гірничо-збагачувальному комбінаті має на меті оптимізацію процесу подрібнення для досягнення максимального виходу продукту з високим вмістом магнетиту і мінімальними втратами матеріалу.

Основні параметри:

1. Мінералогічні та фізико-механічні властивості сировини;
2. Типи зростків та їх характеристика;
3. Параметри подрібнення:
 - а) тип подрібнювача,
 - б) швидкість подрібнення,
 - в) час подрібнення,
 - г) енергія, що витрачається на подрібнення.

- 
4. Механізм розкриття зростків;
 5. Гранулометричний склад після операції подрібнення;
 6. Вологість сировини;
 7. Температурний режим.

Мінералогічний склад руди і її фізичні властивості вирішальна впливають на продуктивність і ефективність процесу подрібнення. Найбільш суттєвим з фізичних властивостей руди у процесі подрібнення є подрібнюваність і абразивність.

Подрібнюваність – параметр, що характеризує здатність руди до руйнування. Для подрібнення магнетитових кварцитів доцільно використовувати млини. На РЗФ-1 використовують кульові млини для тоншого подрібнення з метою досягнення потрібної гранулометрії.

Подрібнювальні характеристики відображають відношення вмістив однойменних вузьких класів крупності на виході та вході подрібнювального апарату.

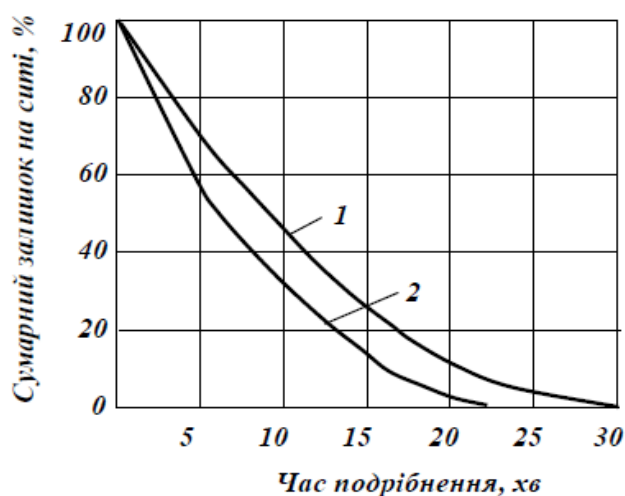
Для ефективного розкриття зростків важливо підібрати оптимальну швидкість подрібнення, щоб забезпечити достатню інтенсивність механічного впливу на матеріал, при цьому уникнути надмірного нагріву або занадто великого зношування обладнання. Це забезпечить високу ефективність процесу при мінімальних енергетичних витратах.

2.1.1 Кінетика процесу подрібнення.

Для управління процесом подрібнення руди у млині і вибору умов його оптимальної роботи необхідно знати, як протікає процес з часом, знати його кінетику. Під кінетикою процесу подрібнення розуміють закономірний характер зменшення залишку на контрольному ситі від

часу подрібнення. Контрольне сито вибирають з розмірами, що відповідають граничній крупності подрібнення. Підрішаний продукт цього сита є готовим, надришаний – залишком, тобто матеріалом, який ще недостатньо подрібнений. Для дослідження кінетики подрібнення з млина періодичної дії через визначені проміжки часу відбирають проби і аналізують їх на контрольному ситі.

Результати дослідження зображені на графіку рис.6



1.-клас +0,5мм;
2-клас 0,074мм

Рисунок 6. Залежність виходу залишку на контрольному ситі від часу подрібнення.

Технологія переробки та збагачення руд рудозбагачувальної фабрики ПІВНГЗК, передбачає на технологічних секціях три стадії подрібнення, три стадії класифікації, дві стадії знешламлення, та чотири стадії магнітної сепарації. Магнітний продукт четвертої стадії мокрої магнітної сепарації кількох секцій об'єднуються та проходить ще один прийом знешламлення та магнітної сепарації. При подрібненні до 98% класу мінус 0,056мм отримуємо концентрат з масовою часткою заліза 65,5%. Млини, працюють у певних стадіях підготовки рудної сировини до розділення, ситові характеристики вказані в таблиці 4.7



Таблица 2.8-Ситовая характеристика продуктов технологической схемы РОФ-1.

Наименование продуктов	Классы крупности , мм														
	20	-20 +15	-15 +10	-10 +5	-5 +3	-3 +1	-1 +0,56	-0,56 +0,21	-0,21 +0,14	-0,14 +0,07	-0,07 +0,056	-0,056 +0,045	-0,045	-0,056	-0,07
2-ая очередь															
Исходная руда	12,7	10,2	24,2	18,7	7, 0	15,0	2,1	2,0	1,1	0,9	0,6			5,5	
Пески классификатора	0,4	1,5	6,6	10,1	6, 8	29,4	15,0	8,3	5,4	3,0	1,9			11,6	
Слив мельницы 1 ст.	0,1	0,9	1,5	1,8	1, 2	10,5	13,2	18,9	8,2	7,5	3,2			33,0	
Слив классификатора						1,5	6,6	13,3	9,4	7,8	4,6			56,8	
Слив г/циклонов 1 ст.							0,1	0,6	1,1	3,7	4,9			89,6	
Пески г/циклонов 1 ст.							10,9	12,5	13,9	13,6	11,5			37,6	
Слив мельницы 2 ст.							0,7	2,7	8,1	12,4	12,7			63,4	
Слив г/циклонов 2 ст.							0,0	0,0	0,2	1,4	1,6			96,8	
Пески г/циклонов 2 ст.							0,5	2,5	3,9	9,2	8,5			75,4	
Слив мельницы 3 ст.							0,0	0,2	1,0	3,8	4,9			90,1	
Концентрат 4 ст.							0,0	0,2	0,3	1,3	1,7	3,0	93,5	96,5	
Концентрат 5 ст.							0,0	0,1	0,2	1,1	1,8	2,5	94,3	96,8	

характеризуються відносно стабільними значеннями відношення вмістів класів крупності на вході та виході млинів. Це є характеристики подрібнення виду:

$$A_{(d_i)} = \frac{\Delta F_{\text{вих}}(d_i)}{\Delta F_{\text{вх}}(d_i)}$$

2.1.2 Замкнутий цикл подрібнення

Дослідженням процесу подрібнення руди займалися багато вітчизняних вчених.

Зокрема І. Младецький та ін. виконали аналіз використання замкнутих циклів подрібнення залізородною сировини, а саме для збільшення коефіцієнта статичного перетворення крупності руди застосовують рецикли, в яких подрібнена руда розподіляється за крупністю. Де крупні частинки (піски) спрямовуються на додрібнення назад в цей самий млин, а дрібний клас вважається підготовленим для подальшого розділення іншою властивістю. Розглянемо апарати для розділення а саме: гідравлічну класифікацію (класифікатори). При розгляді такого типу з'єднання визначаємо гранулометричний склад зливу класифікатора, тобто на його виході [1].

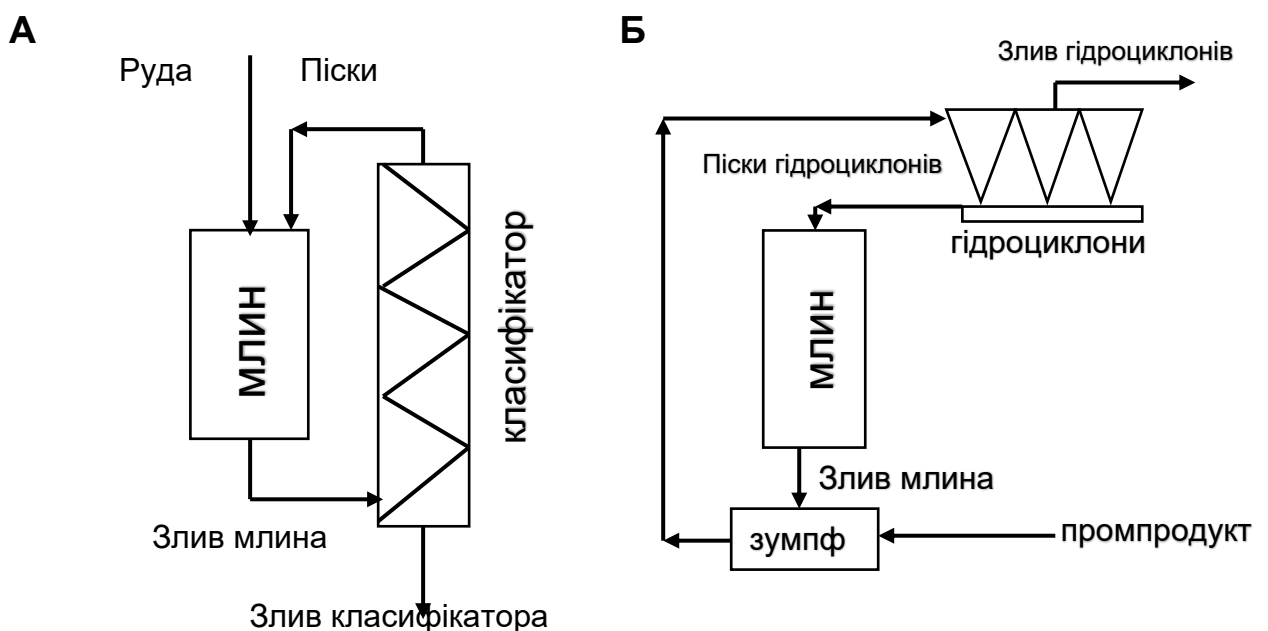



Рисунок 7. Схема замкнутого циклу подрібнення з класифікатором (А), та гідроциклонами (Б)



Для розділення в гідроциклонах операція ідентифікації нічим не відрізняється від розділення класифікаторах/

2.1.3 Схема ланцюгів апаратів з додаванням четвертої стадії подрібнення.

Технологічні секції працюють, як основна секція (№№18,19, 21, 24, 27) від приймальних бункерів до магнітного продукту четвертої стадії мокрої магнітної сепарації без змін.

Магнітний продукт основної секції надходить у технологічний зумпф №2 секції дозбагачення (№№17, 20, 22, 23, 26). Відповідно на трубах напіру насосів та самопливних жолобах робимо відгалуження у технологічні зумпфи секцій дозбагачення з можливістю перекриття транспортування промпродукту у напрямку на дешламатори четвертої стадії другого прийому, або у відповідний технологічний зумпф №2 секції дозбагачення.

Магнітний продукт четвертої стадії мокрої магнітної сепарації надходить у технологічний зумпф №2 секції дозбагачення, далі насосом подається на гідроциклони четвертої стадії класифікації. Піски гідроциклонів третьої стадії класифікації самопливом надходять у млин МКЦ 3600x5500 четвертої стадії подрібнення і далі у зумпф №2. Злив з гідроциклонів четвертої стадії класифікації знешламлюються в дешламаторі МД-9А третьої стадії знешламлення першого прийому. Згущені піски дешламатора розвантажуються в зумпф №2, звідки насосом направляються на сепаратори ПБМ-ПП-120/300, ПБМ-ПП-150/200 п'ятої стадії магнітної сепарації першого прийому.

Магнітний продукт п'ятої стадії першого прийому секції дозбагачення №20 надходить в концентратний зумпф секції, звідки насосами транспортується на магнітний дешламатор МД-9А третьої стадії знешламлення другого прийому. Промпродукт п'ятої стадії секції дозбагачення на магнітні дешламатори МД-9А третьої стадії надходить самовпливом. Згущені піски насосами подаються на п'яту стадію

магнітної сепарації другого прийому, де встановлені магнітні сепаратори ПБМ-ПП-120/300. Хвости магнітної сепарації самопливом направляються в хвостовий жолоб, а магнітний продукт насосами на насосну станцію і далі на РЗФ-2 для зневоднення концентрату.

Кількісно-якісна схема четвертої стадії подрібнення відображена на рисунку 7. Схема ланцюгів апаратів рисунок 8.

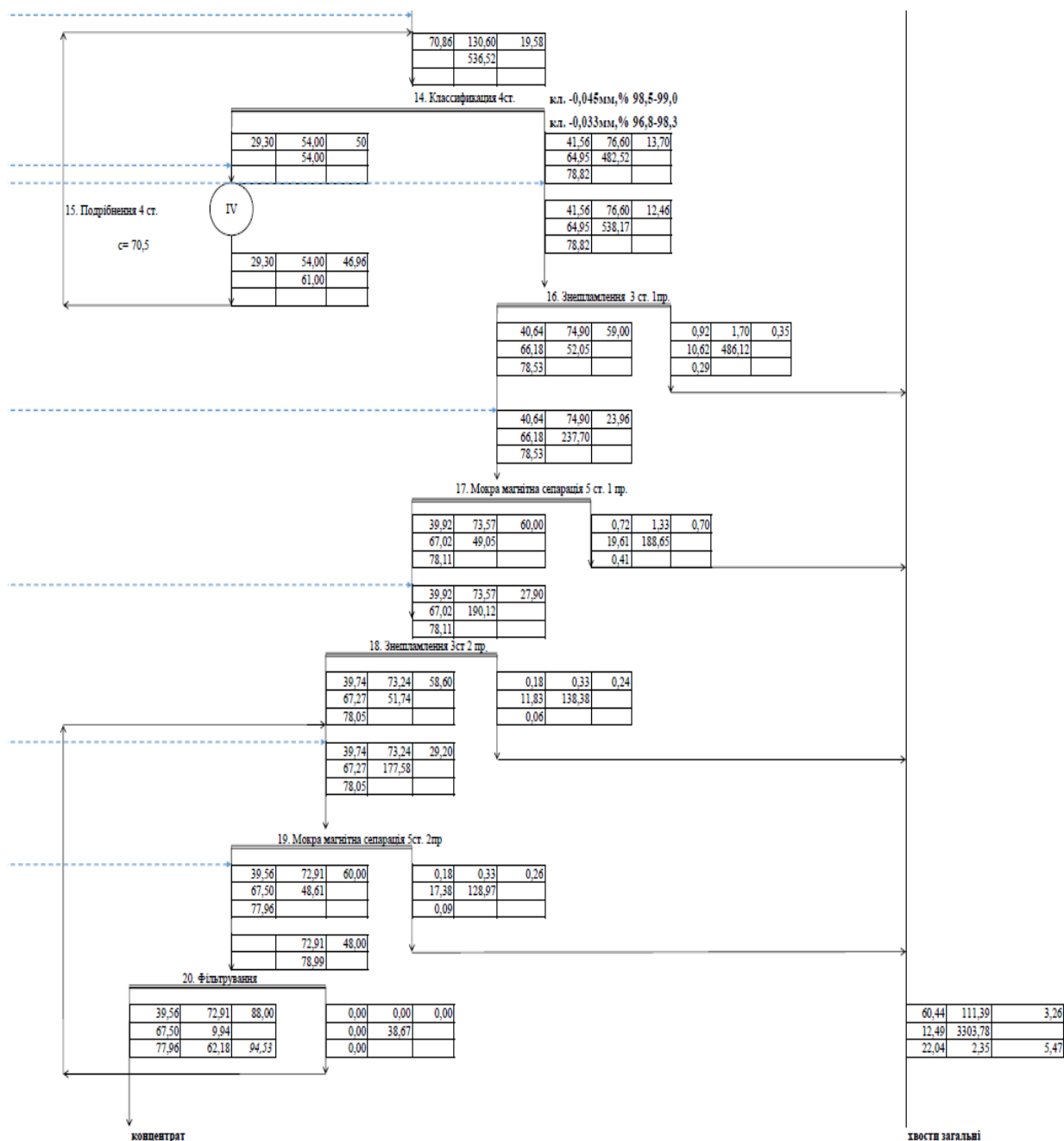


Рисунок 7. Схема кількісно-якісна четвертої стадії подрібнення

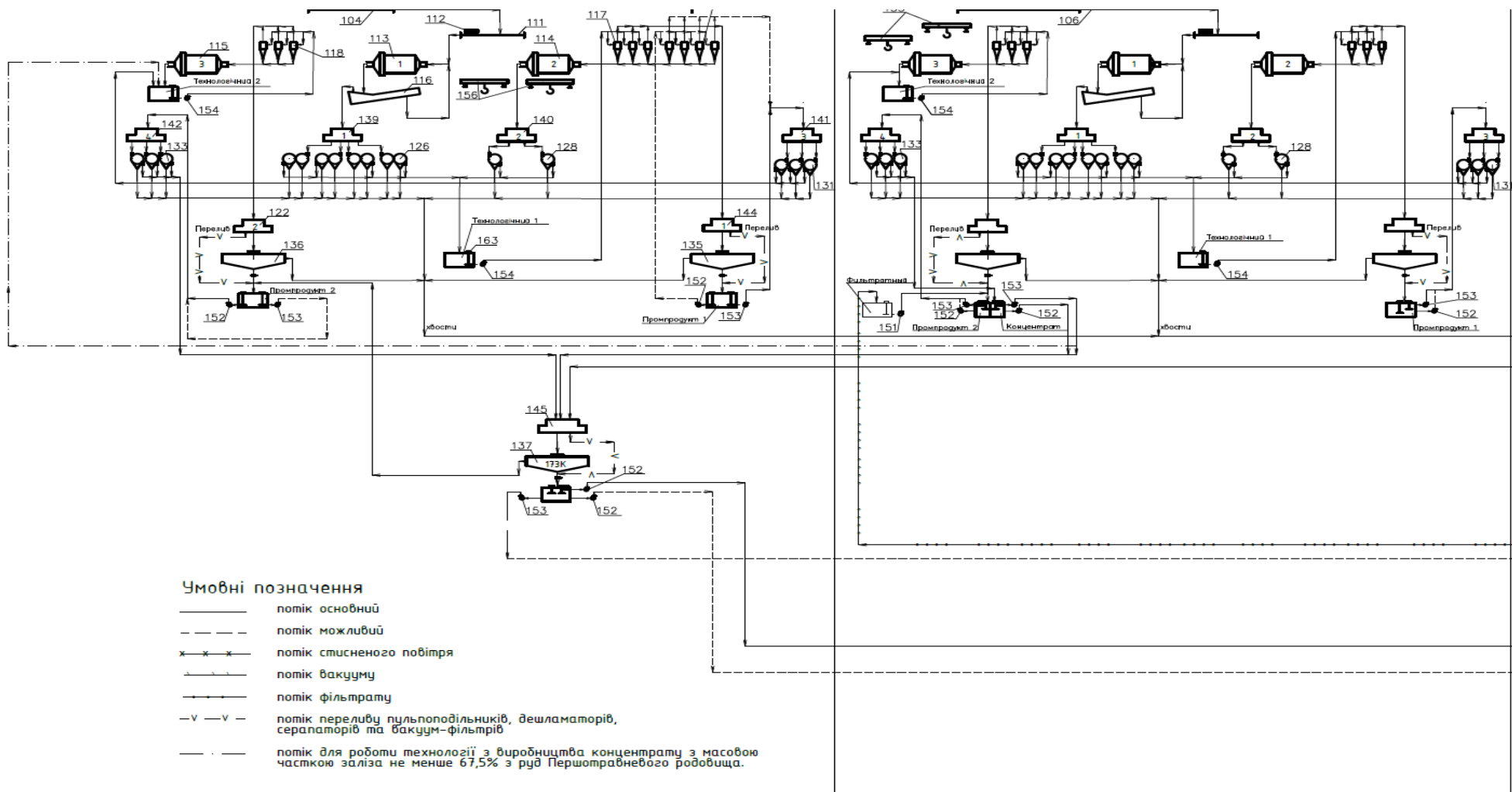


Рисунок 8. Схема ланцюгів апаратів основної і дозбагачувальної секцій

Таблица 2.9-Ситовая характеристика продуктов технологической схемы РОФ-1.

Наименование продуктов	Классы крупности , мм														
	20	-20 +15	-15 +10	-10 +5	-5 +3	-3 +1	-1 +0,56	-0,56 +0,21	-0,21 +0,14	-0,14 +0,07	-0,07 +0,056	-0,056 +0,045	-0,045	-0,056	-0,07
1-ая очередь															
Исходная руда	3,8	9,0	31,6	21,2	8,8	12,0	2,0	2,9	0,8	1,4	0,6			5,9	6,5
Слив мельницы 1 ст.			0,3	0,6	1,0	11,1	10,4	27,6	6,8	8,0	3,2			31,0	34,2
Пески классификатора			0,9	3,1	2,3	20,1	19,8	28,8	8,5	5,0	2,4			9,1	11,5
Слив классификатора							0,3	9,0	11,4	11,6	10,7			57,0	67,7
Концентрат 1 ст.							0,4	12,3	13,4	15,1	12,1			46,7	58,8
Слив г/циклонов 2 ст.									0,3	2,5	6,8			90,4	97,2
Пески г/циклонов 2 ст.							0,3	7,8	11,5	21,5	24,8			34,1	58,9
Слив мельницы 2 ст.								1,2	5,7	13,4	20,5			59,2	79,7
Концентрат 2 ст.								1,5	6,5	16,8	24,4			50,8	75,2
Слив г/циклонов 3 ст.										0,3	0,8			98,9	99,7
Пески г/циклонов 3 ст.									0,1	3,1	4,3			92,5	96,8
Слив мельницы 3 ст.										0,8	3,5			95,7	99,2
Концентрат 3 ст.										0,2	2,6	52		92,0	97,2
Концентрат 4 ст. 19 сек										0,3	2,3	1,4	96,0	97,4	99,7
Слив г/циклонов 4 ст.17 сек											0,4			99,6	100,0
Пески г/циклонов 4 ст.17 сек									0,2	2,0	3,5			94,3	97,8
Слив мельницы 4 ст.17 сек										0,2	0,4			99,4	99,8
Концентрат 4 ст. 17 сек										0,1	0,3	0,7	98,9	99,6	99,9
Концентрат 5 ст. 2 оч.										0,1	1,0	0,9	98,0	98,9	99,9
Кек.										0,1	1,6	1,5	96,8	98,3	99,9

2.1.4 Результат лабораторних досліджень

При виконанні досліджень виконувався відбір проб продуктів злива класифікатора, четвертої стадії магнітної сепарації секції, концентрат після зневоднення. В відібраних пробах визначалось залізо загальне, ситова характеристика та питома поверхня концентрату. Отримані дані наведені в таблиці 3

Таблиця 3- Продукти злива класифікатора, четвертої стадії магнітної сепарації секції, концентрат

Навантаження т/г	Злив класифікатора			Концентрат секції			Концентрат секції		
	Фезаг.	Фемаг	-0,056	Фезаг.	-0,056	Пит. поверхня	Фезаг.	-0,056	-0,045
186	35,08	27,7	57,48	66,78	96,16	2327,5	68,23	99,34	98,28

Таблиця 3 (продовження)

Концентрат 5 стадії	Концентрат				
Фезаг.	Фезаг.	-0,056	-0,045	-0,020	Пит. поверхня
68,36	68,86	99,28	98,25	84,1	2816,7

Загальні результати досліджень після чотирьох стадійного подрібнення наведені в таблиці 3.1

Таблиця 3.1- Загальні результати досліджень

Фезаг.	-0,056	-0,045	-0,020	Волога	Питома поверхня	Вихід концентрату
67,76-69,77	99,0-99,6	97,4-98,6	81,9-86,9	10,3	2400-3170	40,85-41,17

Виконані дослідження з руди поточного видобутку при навантаженні технологічної секції по руді 186 т/г, визначає потенціал використання допоміжних операцій з подрібнення, класифікації, магнітної сепарації, по підвищенню масової частки заліза в концентраті не менше як 1,5%



ВИСНОВКИ

В даній роботі була розглянута наявна технологічна схема збагачення руди. Оптимізація параметрів подрібнення магнетитових кварцитів на Північному Гірничо-збагачувальному комбінаті потребує комплексного підходу, який включає детальний аналіз фізико-механічних властивостей сировини, типів зростків, а також параметрів енергетичних витрат, швидкості та часу подрібнення. Важливо точно налаштувати ці параметри, щоб забезпечити максимальну ефективність розкриття зростків магнетиту, зберігаючи високий вміст магнетиту в кінцевому продукті та мінімізуючи енергетичні витрати і втрати матеріалу. Обґрунтовані характеристики подрібнення руди та класифікації. Досліджена можливість розробки технологічної схеми з додатковою стадією подрібнення залізної руди. Виконано по стадійне випробування промпродуктів і концентрату технологічних секцій рудозбагачувальної фабрики, проаналізована література, видання, статті за даною темою. Запропонована можливість використання чотирьох стадій подрібнення, класифікації магнітної сепарації та знешламлення. Виконані лабораторні дослідження вузьких класів подрібнення, з масовою часткою заліза загального в промпродукті та концентрату. Подрібнювальні характеристики відображають відношення вмістів однойменних вузьких класів крупності на виході та вході подрібнювального апарату. Для ефективного розкриття зростків важливо підібрати оптимальну швидкість подрібнення, щоб забезпечити достатню інтенсивність механічного впливу на матеріал, при цьому уникнути надмірного нагріву або занадто великого зношування обладнання. Це забезпечить високу ефективність процесу при мінімальних енергетичних витратах



СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Синтез технологій збагачення корисних копалин: навчальний посібник / Младецький І.К., Левченко К.А., Дрешпак О.С., Березняк О.О., Медяник В.Ю.: М-во освіти і науки України, Нац. техн. Ун-т. «Дніпровська політехніка». Дніпро НТУ «ДП», 2023.-137с.
2. Підготовка корисних копалин до збагачення: монографія / Сокур М.І., Білецький В.С., Єгурнов О.І., Воробйов О.М., Смирнов В.О., Божик Д.П. – Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2017. – 392с.
3. Білецький В.С., Смирнов В.О. / Технологія збагачення корисних копалин (видання друге). – Донецьк: Східний видавничий дім, 2009. – 272с.
4. Техніка і технологія збагачення корисних копалин. :навч. посіб. Для студ. Спеціальності 184 «Гірництво» / В.Г. Кравець, В.С. Білецький, В.О. Смирнов; КПИ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПИ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 286с.
5. Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» / Загальні питання технологій збагачення/, 2017.-Вип.67(108).
6. Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» / Підготовчі процеси збагачення/, 2017.-Вип.66 (107).
7. Проектування збагачувальних фабрик залізних руд: Навчальний посібник / П.І. Пілов. – Дніпро: Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», 2021. – 239 с.
8. Збагачення корисних копалин : Наук.-техн. зб. Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» / Підготовчі процеси збагачення 2016.-Вип.62(103).