

Міністерство освіти України
Криворізький технічний університет

На правах рукопису

Ляхова Оксана Вячеславівна

**ОПТИМІЗАЦІЯ
НАПРАВЛЕНОЇ ЗМІНИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ВЛАСТИВОСТЕЙ МІНЕРАЛІВ ПРИ
ЗБАГАЧЕННІ ЗАЛІЗНИХ РУД**

Спеціальність: 05.15.08 — “Збагачення корисних копалин”

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Кривий Ріг — 1997

Дисертація представлена у формі рукопису.

Робота виконана в Криворізькому технічному університеті,
Міністерство освіти України

Науковий керівник — к.т.н., Кравцов Микола Кирилович
доцент кафедри збагачення корисних
копалин Криворізького технічного
університету

Офіційні опоненти: д.т.н. Сокур Микола Іванович, доцент
кафедри менеджменту Київського
національного економічного
університету;

к.т.н. Магарь Надія Георгіївна,
директор Криворізького філіалу
Запорізького інституту економіки
та інформаційних технологій

Провідна організація — Національна гірнича академія
України, Міністерство освіти,
м. Дніпропетровськ

Захист дисертації відбудеться "25" травня 1997 р. о 13⁰⁰ год.
на засіданні спеціалізованої ради К 16.01.01 Криворізького
технічного університету за адресою:

1324099, Україна, м. Кривий Ріг, вул. Пушкіна, 37, КТУ/

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Криворізького
технічного університету за адресою: (324099, Україна, м. Кривий Ріг,
вул. Пушкіна, 37, КТУ).

Автореферат розісланий "24" листопада 1997 р.

Вчений секретар
спеціалізованої ради,
кандидат технічних наук, доцент

Ю.Г. Горбачов

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00742694 (W)

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Україна має значні запаси залізної руди та міцну гірничорудну промисловість. В концепції розвитку гірничо-металургійного комплексу України до 2010 року вказано, що "... однією з основних умов функціонування гірничо-металургійного комплексу є переорієнтація виробничих потужностей на ресурсозберігаючі технології ..."

В сучасних умовах роботи гірничо-збагачувальних комбінатів при переробці залізних руд різного складу все більше значення набуває рішення проблеми підвищення ефективності процесу рудопідготовки. Підготовка залізної руди до збагачення виконується в барабанних млинах. Не дивлячись на простоту конструкції та експлуатаційну надійність барабанних млинів, процес здриблення в них є найбільш енергомістким в технології збагачення, на частку якого припадає 60...70 % енерговитрат. Скорочення обсягу виробництва металу і нестабільність постачання металургійних підприємств коксом та енергоносіями привело до зниження потреби концентрату і підвищення вимоги до його якісних показників. В свою чергу підвищення якості концентрату можливе шляхом помелення руди до 96...98% класу мінус 44 мкм, але це приводить до додаткових енерговитрат. Однак навіть при такій крупності помелення не вдається одержати досить високоякісний концентрат. Для більш повного видобування рудного мінералу, необхідно підвищити селективність процесу подрібнення (ступінь розкриття) та контрастність мінералів що розділяються.

Одним із шляхів підвищення ступеню розкриття мінералів в процесі подрібнення та покращення їх технологічних властивостей являється застосування різних фізико-хімічних впливів та поверхнево-активних речовин (ПАР). Поверхнево-активні речовини викликають зміни фізико-хімічних властивостей поверхень мінералів та сприяють зниженню поверхневої енергії пластичних зсувів,

розвитку різноманітних дефектів при менших напруженнях. Їх впровадження не вимагає додаткових капітальних витрат.

У зв'язку з цим обґрунтування застосування ПАР з метою спрямованої зміни технологічних властивостей мінералів та розробка, на основі цього технології інтенсифікації процесів подрібнення та збагачення залізних руд, є актуальною науковою працею, яка має велике народногосподарче значення.

Актуальність даної роботи підтверджується тим, що теоретичні розробки та одержані практичні результати виконані в рамках науково-дослідних робіт за щорічними координаційними планами Мінпромів України та Росії з 1992 по 1996 р.р.

Мета роботи. Підвищення якості концентратів залізних руд за рахунок збільшення ступеню розкриття мінералів.

Ідея роботи полягає у використанні поверхнево-активних речовин для інтенсифікації рудопідготовки та підвищення якості концентрату.

Методи досліджень застосовані для вирішення задач дисертаційної роботи засновані на сучасній теорії руйнування твердого тіла, аналітичних, фізичних, фізико-хімічних та балансових розрахунках, статистичній обробці експериментальних даних, застосуванні сучасних методів моделювання. Перевірка результатів теоретичних досліджень проводилась у лабораторних та промислових умовах.

Положення, які захищаються.

фізичною основою попереднього зменшення міцності міжфазних меж мінеральних зерен є модель двовірної міграції молекул поверхнево-активних речовин впродовж тріщини;

- інтенсифікація процесу руйнування руди відбувається як за рахунок розклинюючої дії молекул поверхнево-активних речовин, так і за рахунок підвищення адсорбційного ефекту, обумовленого елементами ковалентного зв'язку рудних та породоутворюючих мінералів;

- результати досліджень впливу поверхнево-активних речовин при рудопідготовці на ступінь розкриття рудного мінералу, питому поверхню здрібненого матеріалу, витрати та концентрації застосованих реагентів;

- режими рудопідготовки окислених та магнетитових руд;

- алгоритм оптимізації процесу рудопідготовки з застосуванням поверхнево-активних речовин на основі фізико-хімічної моделі подрібнення мінералів, що враховує технологічні та економічні показники збагачення.

Наукова новизна роботи полягає в тому, що

- розроблені наукові передумови попереднього розукріплення руди на основі вибіркового впливу поверхнево-активних речовин на мінерали;

- визначені межові умови, які дозволяють прогнозувати оптимальну крупність та час здріблення руд різного мінерального складу;

- показано, що найсильніша дія молекул адсорбованих реагентів спостерігається при дуже малих концентраціях;

- визначені технологічні параметри процесу здріблення з застосуванням поверхнево-активних речовин;

- розроблена математична модель та алгоритми оптимізації технологічного процесу рудопідготовки з застосуванням поверхнево-активних речовин.

Достовірність і обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджені: теоретичними і експериментальними дослідженнями, результатами обробки дослідних даних методами математичної статистики з використанням ЕОМ, порівнянням результатів лабораторних досліджень з даними випробувань, проведеними у промислових умовах, а також технічно-економічними розрахунками. Відхилення результатів теоретичних і експериментальних досліджень не перевищує 12%, при довірчій імовірності 0.95, що доводить їхню задовільну збіжність.

Практична цінність. На підставі теоретичних і експериментальних досліджень запропоновані оптимальні параметри

процесу помелу з застосуванням ПАР, використання яких дозволяє підвищити масовий вміст заліза у концентраті на 0,7...1,0%. Розроблено новий спосіб помелу залізних руд, на який одержано позитивне рішення.

Реалізація роботи. Удосконалення технології помелу залізних руд під дією ПАР тільки в умовах Оленегірського ГЗК може дати економічний ефект на суму 420 млн.крб. на рік (у цінах 1992 р.), Ковдорського ГЗК - 508 млн.крб. на рік (у цінах 1992 р.) і Криворізького гірничо-збагачувального комбінату окислених руд (КГЗКОР) - 731 тис.гривень на рік.

Апробація роботи. Результати роботи викладені в доповідях та обговорені на Регіональній науковій конференції ("Сучасні проблеми геології та мінералогії залізо-кремністих формацій і їх обрамлення", Кривий Ріг, 1996 р.), на науково-технічній конференції "Сучасний стан і перспективи розвитку техніки і технології магнітного збагачення руд і матеріалів" (Кривий Ріг, 1994 р.), на "Плаксинських читаннях" (м.Кривий Ріг, 1995 Р.), у інституті Механобрчормет (м.Кривий Ріг, 1994 р.), на технічних радах Оленегірського ГЗК, Ковдорського ГЗК, КГЗКОРа.

Особистий внесок у розробку наукових результатів, винесених на захист, полягає у формуванні мети, ідеї, наукових положень і задач досліджень, теоретичному та експериментальному обґрунтуванні інтенсифікації помелу при використанні ПАР, у створенні експериментальних установок, перевірці результатів досліджень у промислових умовах.

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи опубліковані в чотирьох друкованих роботах та отримано одне позитивне рішення на авторське свідоцтво.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох глав, висновків, списку використаної літератури з 111 найменувань, має 155 сторінок, 34 малюнків, 14 таблиць та 5 додатків на 12 сторінках.

Автор висловлює щиро подяку науковому керівнику доценту Кравцову М.К., академіку, завідувачу кафедрою

"Збагачення корисних копалин" Губіну Г.В., доктору технічних наук професору Бережному М.М., доценту Гвоздику В.С. та доценту Ткачу В.В. за цінні поради та допомогу в створенні наукової праці, а також співробітникам кафедри за критичні зауваження по покращенню дисертації.

ЗМІСТ РОБОТИ.

У вступі обгрунтована актуальність роботи, сформульовані цілі і задачі досліджень, наукові положення і результати, які захищаються.

Здріблення руди в барабанних млинах є найбільш працемістким і енергомістким процесом в технології збагачення корисних копалин.

Огляд науково-технічної літератури показав, що добавка поверхнево-активних речовин підвищує ефективність процесу помелу руди. Відмічено, що застосування ПАР суттєво впливає на гранулометричний склад продуктів помелу. При цьому використання ПАР обмежено. Відомо, що теорію взаємодії ПАР з мінералами, які знаходяться у залізній руді, розроблено недостатньо повно.

До останнього часу теоретичні і експериментальні розробки способу інтенсифікації процесу помелення велись в напрямку підвищення швидкості помелу.

В той же час дійсний науковий та практичний інтерес становить комплексне вивчення можливостей направленої інтенсифікації процесу помелу і за рахунок підвищення ступеня розкриття рудного мінералу, геометричної форми частинок, контрастний розподіл мінералів і поведінка їх у процесі збагачення, а також рекомендації вибору технологічних схем помелу та збагачення залізних руд різного речовинного складу. Вирішення цих питань обумовили задачі досліджень дисертаційної роботи.

ВИВЧЕННЯ ХАРАКТЕРУ ЗМІН ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РОЗДІЛЮВАНИХ МІНЕРАЛІВ ШЛЯХОМ НАПРАВЛЕНОЇ ДІЇ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН

При здрібненні мінеральної сировини у барабанних млинах руйнування кусків відбувається переважно по напрямках, на яких сколюючі і розтягуючі напруження рівні по абсолютній величині.

В цьому випадку тріщини виникають і розвиваються під час пластичного зсуву та стають "небезпечними" при досягненні необхідних розмірів. Ріст тріщини у куску руди та їх кількість залежать не тільки від величини зусилля механічної дії, але і від тривалості її прикладення, що створюється шаровим навантаженням.

Застосування послідовної обробки вихідної руди реагентами, які вибірково закріплюються на рудних мінералах, проникаючи в середину мікротріщин підвищуючи розклинюючий тиск в їх середині та реагентами, що вибірково закріплюються на пороодоутворюючих мінералах та сприяють зниженню розклинюючого тиску, призводить до зміни механізму здріблення. При реагентній обробці рудної маси тріщини заповнюються молекулами поверхнево-активних речовин. В цьому випадку поверхня рудної частинки з високою енергією змочування відносно поверхнево-активної речовини буде зв'язувати молекулярними силами не тільки адсорбційні шари, але і перехідні сольватні шівки.

Ефект полегшення деформації рудних частинок при обробці їх поверхнево-активними речовинами обумовлено перш за все тим, що вони, знижуючи поверхневу енергію частинки, сприяють зародженню пластичних зрушень та розвитку різноманітних дефектів при менших напруженнях.

Приймаючи незворотність процесу руйнування рудної маси при беззупинності її навантаження у кульковому

млині, накопичення зароджених тріщин у частинці можна представити умовою пошкодження Бейлі:

$$\int_0^k \frac{dt}{\tau_0 \exp[(A_0 - n\sigma t) / kT]} = 1, \quad (1)$$

t - необхідний час для повного розриву тріщини;

τ_0 - період теплових коливань атомів;

A_0 - енергія активізації процесу руйнування;

n - структурно-чутливий коефіцієнт з розмірністю об'є-му;

σ - прикладена робота;

k - коефіцієнт;

T - абсолютна температура поверхні мінерала.

Після відповідних математичних перетворень одержимо час, необхідний для здрібнення частинки, яка знаходиться під дією кульового навантаження:

$$t = \frac{kT}{n\sigma} \left(\frac{A_0}{kT} + \ln \frac{n\sigma}{kT} + \ln \tau_0 \right). \quad (2)$$

Аналіз цього рівняння показує, що час, необхідний для здрібнення частинки, яка знаходиться під механічною дією, залежить від енергії процесу руйнування та структурно-чутливого коефіцієнту пов'язаного з розміром частинки.

Залізні руди складаються з тонко-, середньо- і широкополосної текстури з різним розміром рудного зерна. У цьому випадку оптимальна крупність продукту для розкриття рудного зерна при здрібненні головним чином буде залежати від структурно-чутливого коефіцієнту.

Вибір оптимальної крупності здрібнення рудної маси при максимальному розкритті рудного зерна для залізних руд різної текстури недостатньо повно вивчено, як теоретично так і експериментально.

Автором розроблені аналітичні залежності, які дозволяють визначити необхідну крупність здрібнення, які ґрунтуються на двомірній міграції окремих поверхнево-активних молекул під впливом двомірного тиску впродовж обох поверхонь тріщини.

На підставі цієї моделі, використовуючи класичне рівняння Гібса, нами одержано вираз, який описує визначення мінімального розміру здрібнюючих частинок:

$$D_m = \frac{a_2(\beta e + \sigma + \gamma / a_2)}{b(\epsilon_m - e)} \quad (3)$$

a_2 - коефіцієнт пропорційності;

β - густина енергії пластичних деформацій попередніх руйнувань;

γ - поверхнева густина роботи сил тертя та енергії руйнування частинок;

b - об'ємний фактор форми частинок;

ϵ_m - енергія, яка надається гранично-здрібнюючій частинці;

e - коефіцієнт, який враховує крупність здрібнення.

Теоретичні підстави впливу поверхнево-активних речовин на процес руйнування зразка за рахунок розклинюючого ефекту перевірені експериментально, на спеціально створеній автором установці з аерозольною обробкою.

Завдання було зведено до визначення часу руйнування зразка. Досліди проводились на чистих мінеральних різновидах мартиту і кварцю.

Як реагенти застосовувались розчини оцтової кислоти, барди та рідкого скла.

Установлено, що при обробці мартиту оцтовою кислотою або її сумішшю з бардою, час руйнування зразка настає на 18...20 % швидше, ніж без обробки, і до 3 % уповільнюється при обробці рідким склом. При обробці

кварцю рідким склом час руйнування зразка настає на 4...5% швидше, ніж без обробки.

Для визначення ефекту дії поверхнево-активних речовин на поверхню окислених залізистих кварцитів використовувались вузькі класи крупності -3+2 мм і -2+1 мм, а після здрібнення виконувався ситовий аналіз.

Оптимальні показники здрібнення руди одержано при співвідношенні барди до оцтової кислоти в межах від 20:80 до 30:70. При такому співвідношенні суміші реагентів загальна витрата їх склала 0,9 кг/т, а рідкого скла - 0,4...0,7 кг/т руди.

Питома продуктивність млина по готовому класу - 0,074 мм підвищилась на 1,5 %, а якість концентрату на 0,7...1,0 %.

Величина питомої поверхні на 4...5% вище порівняно з продуктом, необробленим поверхнево-активними речовинами.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НАПРАВЛЕНОЇ ЗМІНИ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МІНЕРАЛІВ ОКИСЛЕНИХ ЗАЛІЗИСТИХ КВАРЦІТІВ

Результати досліджень механічних властивостей мінеральних різновидів в присутності поверхнево-активних речовин показали, значне зниження опору рудних зразків деформуванню, а для породоутворюючих мінералів - незмінність міцності.

Експериментально встановлено, що максимальний адсорбційний ефект спостерігається на рудних і породоутворюючих мінералах з орієнтацією елементів ковалентного зв'язування 45. При чому, найсильніша дія молекул адсорбованих реагентів спостерігається в області малих їх концентрацій. Межа текучості досягає мінімального значення при концентрації оцтової кислоти 1,5...4,0 % для рудних та рідкого скла 2...3% для породоутворюючих мінералів. При концентрації (ПАР) незбалансовані сили, які діють на молекули в

поверхневому шарі здрібненого матеріалу, створюють міжфазний поверхневий натяг, який сприяє інтенсивному нарощуванню питомої поверхні та підвищенню ступеня розкриття рудного мінералу.

Промисловими випробуваннями технології направлених змін властивостей мінералів при помелі на Ковдорському ГЗК досягнуто підвищення якості концентрату на 1%. Технологічною схемою передбачено доздрібнення продукту в одну стадію з подачею у млин суміші барди з оптовою кислотою кількістю 0,47 кг/т і розчину рідкого скла кількістю 0,49 кг/т з наступною магнітною сепарацією здрібненого продукту.

Експериментально підтверджено, що реагентна обробка руди перед помелом підвищує питому поверхню продукту на 1735 см²/г. При однаковій крупності здрібненого концентрату вміст класу +0,25 мм за запропонованим варіантом схеми на 2,6 % і по класу -0,04 мм на 0,6 % менший, порівняно з базовим варіантом. Втрати розкритих рудних зерен у пісках гідроциклону при базовому варіанті помелу руди на 10...15 % вищі, порівняно з рекомендованим.

Впровадження у виробництво рекомендованої технології інтенсифікації помелу та збагачення магнетитових руд на Ковдорському ГЗК (Росія) дозволила отримати економічний ефект 508 млн. крб. (у цінах 1992 р.).

Реагентна обробка здрібнених магнетитогематитових руд Оленегірського ГЗК сприяє значному поліпшенню розкриття рудних зерен. Застосування ПАР скорочує вихід шламів на 5,2%, та масову долю нерозкритих зерен - на 3,6%. Це дозволило одержувати концентрат із вмістом заліза 68,1% вже при крупності здрібнення руди 50...60% класу -0,074 мм проти 60...75% класу -0,074 мм у базовому варіанті.

Очікуваний річний економічний ефект від впровадження у виробництво рекомендованої технології складає 420 млн. крб. (у цінах 1992 р.).

ЗАСТОСУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ РУДОПІДГОТОВКИ ТА ЗБАГАЧЕННЯ ОКИСЛЕНИХ ЗАЛІЗИСТИХ КВАРЦІТІВ

Одержані теоретичні та експериментальні результати дозволяють оцінювати характеристику руйнування матеріалу при механічному здрібненні та капілярному тиску ПАР в тріщинах здрібнюваних кусків. Оптимізацію технологічного процесу рудопідготовки з використанням ПАР необхідно здійснювати з урахуванням конкуруючих варіантів технологічних схем. Для оцінки розглянутих варіантів технологічних схем рудопідготовки прийнято економічний критерій, який враховує якісно-кількісні показники збагачення.

Для вирішення цієї задачі розроблено алгоритм розрахунку гранулометричної та енергетичної характеристики помелу. Гранулометрична характеристика продукту розраховується шляхом сумування окремих актів руйнування кожного класу. Ця умова виконується, якщо швидкість утворення готового продукту у зоні помелу буде дорівнювати швидкості його віддалення.

Встановлено, що більшому значенню готового класу при постійній продуктивності млина відповідає менша витрата електроенергії.

Для забезпечення максимальних технологічних показників помелу та збагачення при обробці руди ПАР необхідно контролювати режим роботи устаткування і при необхідності впливати на них таким чином, щоб режими були оптимальними.

ВИСНОВКИ

Основні результати, виконаних автором досліджень, зводяться до такого:

1. Одержані аналітичні залежності необхідного часу здрібнення та оптимальної крупності частинки з застосуванням ПАР.

2. На основі вивчення характеру змін, фізичних властивостей мінералів які розділяються, встановлено, що час руйнування кусків руди настає на 18...20 % швидше, а питома поверхня одержуваних продуктів на 4...5 % більша при обробці руди поверхнево-активними речовинами.

3. Визначено, що найсильніша дія молекул адсорбованих реагентів на мінералах спостерігається в межах малих концентрацій. Межа міцності мономінеральних частинок досягає мінімального значення при концентрації оцтової кислоти 1,5...4 % для рудних та рідкого скла 2...3 % для породоутворюючих мінералів.

4. Одержані оптимальні співвідношення реагентів росчинів барди та оцтової кислоти рівні 20:80 до 30:70 % з загальною їх витратою рівною 0,9 кг/т, а рідкого скла 0,4...0,7 кг/т.

5. Розроблено алгоритм розрахунку гранулометричної характеристики здрібненого продукту, основою якого є швидкість утворення та віддалення готового продукту у зоні здрібнення.

6. Створена установка та розроблена методика для аерозольної обробки руди ПАР перед здрібненням.

7. На підставі виконаних досліджень розроблено та перевірено у промислових умовах технологічну схему збагачення з застосуванням ПАР в операції здрібнення, яка забезпечує підвищення якості магнетитового концентрату Ковдорського ГЗК на 1 % і магнетит-гематитового концентрату Оленегірського ГЗК на 3,3 %.

8. Економічний ефект від впровадження розробленої технології при збагаченні магнетитових руд Ковдорського ГЗК складає 508 млн.крб. на рік (в цінах 1992 р.), при пе-

реробці магнетит-гематитових руд Оленегірського ГЗК - 420 млн.крб. (в цінах 1992 р.) і для Криворізького гірничо-збагачувального комбінату окислених руд (КГЗКОР) - 731 тис.гривень на рік.

Основні положення дисертації опубліковані в таких роботах:

1. Ляхова О.В. К вопросу повышения эффективности измельчения окисленных руд железистых кварцитов. //Материалы Региональной научной конференции "Современные проблемы геологии и минералогии железисто-кремнистых формаций и их обрамление" - Кривой Рог. - 1996 г. - С. 46.

2. Кравцов Н.К., Авдеев В.Ф., Ляхова О.В., Булах О.А., Кравцов В.Н. К вопросу направленного изменения технологических свойств тонковкрапленных кварцитов Кривбасса. //Материалы Региональной научной конференции "Современные проблемы геологии и минералогии железисто-кремнистых формаций и их обрамление" - Кривой Рог. - 1996 г. - С. 46-47.

3. Пирогов Б.И., Кравцов Н.К., Тарасенко В.И., Ляхова О.В. Процессы совершенствования технологических процессов обогащения полезных ископаемых посредством направленного изменения их физических свойств. //Материалы Региональной научной конференции "Современные проблемы геологии и минералогии железисто-кремнистых формаций и их обрамление" - Кривой Рог. - 1996 г. - С. 47-48.

4. Кравцов Н.К., Тарасенко В.Н., Хрустенко Л.А., Булах О.А., Ляхова О.В. О возможности повышения контрастности магнитных свойств разделяемых минералов при обогащении окисленных кварцитов Кривбасса. //Материалы научно-технической конференции "Современное состояние и перспективы развития техники и технологии магнитного обогащения руд и материалов" - Кривой Рог. - 1994 г. - С. 32.

5. А.С. СССР. Способ измельчения окисленной железной руды. / Кравцов Н.К., Ляхова О.В., Кравцов В.Н. и др. полож. решение по заявке N 4924667/33 от 04.03.91 г.

АНОТАЦІЯ

Ляхова О.В. Оптимізація направленої зміни технологічних властивостей мінералів при збагаченні залізних руд.

Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.08 - "Збагачення корисних копалин", Криворізький технічний університет, Кривий Ріг, 1997 р.

Захищаються 4 наукові праці та позитивне рішення на винахід, які містять результати теоретичних та експериментальних досліджень помелу залізних руд з поверхнево-активними речовинами. Установлені аналітичні та експериментальні дані, які забезпечують підвищення технологічних показників збагачення. Технологія помелення руд з ПАР випробувана в промислових умовах.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПОМЕЛЕННЯ, ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНА РЕЧОВИНА, ОПТИМІЗАЦІЯ, ЧАСТИНИ РУДИ, РЕАГЕНТ.

АНОТАЦИЯ

Ляхова О.В. Оптимизация направленного изменения технологических свойств минералов при обогащении железных руд.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.15.08 - "Обогащение полезных ископаемых", Криворожский технический университет, Кривой Рог, 1997 г.

Защитаются 4 научные работы и положительное решение на изобретение, которые включают содержание о

результатах теоретических и экспериментальных исследований измельчения железных руд поверхностно-активными веществами. Приведены аналитические и экспериментальные данные, которые обеспечивают повышение технологических показателей обогащения. Технология измельчения руд ПАВ испытано в промышленных условиях.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ, ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА, ОПТИМИЗАЦИЯ, ЧАСТИЦА РУДЫ, РЕАГЕНТ.

ANNOTATION

Lyahova O.V. The optimization of the Directional Change in the Technological Characteristics of the Minerals in the Iron-ores Concentration.

The thesis is submitted for Candidat's Degree (Eng.) in the field of mineral processing speciality (05.15.08), Krivoy Rog Technical University, Krivoy Rog, 1997.

Four scientific articles and favourable solution of the invention are defended. They include the results of the theoretical and experimental research of the iron-ores grinding with superficial-active materials. Besides, we cited experimental and analytical findings, which maintain the improvement of the technological qualities of the concentration.

The technology of the iron-ores grinding with superficial-active materials was tested under industrial conditions successfully.

KEY WORDS: GRINDING, SUPERFICIAL-ACTIVE MATERIALS, OPTIMIZATION, ORE SPECIES, REACTANTS.

Av 39.146
АВ 39.146

АВТОРЕФЕРАТ

Підписано до друку 20.11.97 р. Формат 60x84 1/16. Папір писальний. Друк офсетний.
Умови. друк. арк. 0,93. Тираж 100 екз. Зам. № 4417.
Криворізька міська друкарня,
324200, м. Кривий Ріг, ГСП-3, пр. Металургів, 28.