



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **111509** (13) **C2**
(51) МПК (2016.01)
B03B 7/00
B03C 1/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: а 2014 05980	(72) Винахідник(и): Малецький Микола Олександрович (UA), Джур Олександра Геннадіївна (UA)
(22) Дата подання заявки: 02.06.2014	(73) Власник(и): ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД "НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ", пр. К. Маркса, 19, м. Дніпропетровськ, 49000 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.05.2016	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 104182 C2, 10.01.2014 UA 200608966, 11.02.2008 SU 125262 A1, 01.01.1960 SU 1700057 A1, 23.12.1991 GB 734698 A, 03.08.1955 GB 925637 A, 08.05.1963 UA 81590 A, 10.01.2008 SU 499305 A1, 15.01.1976
(41) Публікація відомостей про заявку: 10.02.2015, Бюл.№ 3	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.05.2016, Бюл.№ 9	

(54) СПОСІБ ГЛИБОКОГО ПІРОМЕТАЛУРГІЙНОГО ЗБАГАЧЕННЯ ЗАЛІЗОРУДНИХ КВАРЦИТІВ**(57) Реферат:**

Винахід належить до способу глибокого пірометалургійного збагачення залізорудних кварцитів. Спосіб включає класифікацію кварцитів на магнетитові легкозбагачувальні і окислені важкозбагачувальні різновиди та їх збагачення. При цьому подрібнені окислені кварцити піддають передзбагаченню гравітаційними чи магнітними методами, а одержаний чорновий концентрат піддають диференційованому процесу прямого відновлення окислів заліза. Одержаний продукт піддають помелу, класифікації і збагаченню на магнітних сепараторах з різними величинами магнітної індукції. Одержаний металізований концентрат піддають огрудкуванню методом брикетування. Спосіб вирішує проблеми: комплексно і раціонально використовувати залізорудні кварцити; отримувати високоякісні конкурентоспроможні залізорудні металізовані огрудковані концентрати із важкозбагачувальних низькосортних руд і окислених залізорудних кварцитів.

UA 111509 C2



Fig. 2

Винахід належить до глибокого комплексного збагачення руд чорних металів і може бути успішно використаним при виробництві високоякісної металургійної сировини, в тому числі із комплексних і важкозбагачувальних залізорудних кварцитів, необхідної для забезпечення конкурентоспроможності в умовах глобалізації ринку.

Відомі на сьогодні способи збагачення залізорудних кварцитів включають їх класифікацію на магнетитові і окислені, багатостадійне подрібнення і помел подрібненої руди класифікацію в замкнутих циклах помелу, багатостадійне магнітне збагачення, дешламацію, обезводнення і фільтрацію концентрату, складування відходів в хвостосховищах, замкнутий водообіг, і використовуються на сучасних гірничо-збагачувальних підприємствах.

При збагаченні окислених залізорудних кварцитів використовуються магнітні і флотаційні методи збагачення, наприклад гірничо-збагачувальний комбінат окислених руд (ГОКОР).

Інформація відносно сучасних способів збагачення залізорудних кварцитів приведена в спеціальній фаховій літературі:

1. Результаты исследования и перспективы обогащения окисленных железных руд и бурых железняков. -М.: ЦНТИИ и ТЭИЧМ, 1970, - С. 6-22.

2. Справочник по обогащению руд. Фабрики по обогащению железорудных кварцитов. М.№ Недра, 1984, с. 158-217.

3. Малецкий Н.А., Кабанов А.В., Боришполец В.Т. Комплексное использование минерально-сырьевых ресурсов при обогащении руд черных металлов. М.№ Недра, 1986, с. 38-49.

При використанні вище приведених способів збагачення залізорудних кварцитів досягається можливість виробляти залізорудний концентрат з вмістом загального заліза 62,2-65,6 % і 11,6-8,2 % оксиду кремнію, при цьому витяг загального заліза досягає 64,6-83,3 % до переробки магнетитових кварцитів, а до видобутих всього 43,0-55,5 %.

Сучасні залізорудні концентрати Кривбасу із-за їх низької якості, як правило, використовуються в коксо-доменній металургійній виробництві. Саме цьому, проблеми низькоякісної металургійної сировини вважаються однією із головних причин низької конкурентоспроможності вітчизняних металургів, як на внутрішньому, так і на світовому ринках.

При цьому залізорудні кварцити використовуються вибірково.

Суттєвими недоліками сучасних способів збагачення залізорудних кварцитів наступні:

некомплексне використання мінеральної сировини - залізорудних кварцитів;

низька якість і високі втрати витягу заліза;

вибірковий підхід спрямований на використання легкозбагачувальних різновидностей залізорудних кварцитів і в першу чергу - магнетитових;

зростання екологічного напруження в регіонах;

недостатній контроль за використанням надр з боку держави.

Інформація відносно відомого способу збагачення залізорудних кварцитів наведена в відомій спеціальній фаховій літературі.

Складна мінерально-речовинна структура залізорудних кварцитів не дозволяє сучасними способами збагачення без вибіркового їх використання одержувати концентрати лише низької якості і вимагає розробки і реалізації нових способів їх комплексного збагачення.

Удосконалення відомого способу комплексного збагачення залізорудних кварцитів передбачувані винаходом досягається за рахунок введення нових технологічних операцій. Наприклад, прямого відновлення окислів заліза, що дає можливість із некондиційних та окислених залізорудних кварцитів одержувати високоякісний концентрат.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому способі збагачення залізорудних кварцитів, що включає їх класифікацію на магнетитові та окислені різновиди збагачення їх на відповідних технологічних потужностях, окислені піддають гравітаційному чи магнітному передзбагаченню, а чорновий концентрат (промпродукт) піддають послідовно диференційованому процесу прямого відновлення окислів заліза, одержаний продукт прямого відновлення піддають помелу - класифікації і збагаченню на магнітних сепараторах з різноградієнтними магнітними системами, одержаний металізований концентрат піддають огрудкуванню методом брикетування (Фіг. 2).

В теорії і практиці використання процесів прямого відновлення окислів заліза на сьогодні сформовано два науково-виробничі напрямки:

перший: відновлення окислів заліза при металізації огрудкованих високоякісних залізорудних концентратів з вмістом заліза більше 67,0 % і кремнезему менше 3 %. Як приклад: широко використовується спосіб відновлення заліза Midrex;

1. Оскольський електрометалургійний комбінат, Росія.

2. Карамзин В.И., Брусов Л.П., Красавцев Н.И., Малецкий Н.А., Бельченко В.Г. "Способ получения губчатого железа". Авторское свидетельство № 499305, 1975 г.

другий: процес прямого відновлення окислів заліза використовують при переробці рядових низькоякісних важкозбагачувальних залізних руд, наприклад, Орсько-Халіловський металургійний комбінат, цех № 1, м. Новотроїцьк, Росія.

1. Кармазин В.И., Довжик Н.С., Малецкий Н.А., Губин Г.В., Брусов Л.П. Применение кричного процесса при обогащении руд Керченского месторождения. Обогащение руд. 4/52, Л., 1965.

2. Кармазин В.И., Малецкий Н.А. К вопросу глубокого пирометаллургического обогащения бедных железосиликатных руд Керченского месторождения. Известия Днепропетровск ДГИ, т XLII, 1964 г.

Найбільш близьким технологічним рішенням даного винаходу є технологія ITmk3, яка на сьогодні визначається найбільш сучасною технологією прямого відновлення і огрудкування при переробці низькоякісних залізних руд і вугілля.

Технологія ITmk3 (Iron Making Technology Mark three, Японія) дозволяє отримувати металізовану металургійну сировину (DRT) в єдинім пірометалургійнім процесі із низькоякісних залізородних руд. Готова продукція має форму сферичних утворень, так звані "нагетс"-злитки.

Технологія ITmk3 <http://hasesengineering.net>

Див. <http://hasesengineering.net/russian/itm3.html> Технологія ITmk3.

На сьогодні по цій технології в світі функціонує один експериментальний завод прямого відновлення заліза в Японії і один експериментально-комерційний завод в США, а також проекти на Ігулецькім і Полтавськім гірничо-збагачувальних комбінатах (Україна) (див. <http://hasesengineering.net/russian/itm3.html> Технологія ITmk3).

Процес відновлення окислів заліза названими способами реалізується в спеціальних обпалювальних печах - трубчатих обертових печах, кільцевих печах компанії Kobe Steel. При цьому процес прямого відновлення як правило включає дві стадії (етапи):

прямого відновлення окислів заліза - металізація: $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{Fe мет.}$;

процес огрудкування тонковкраплених металізованих частиць в сферичну форму злитків (нагетс).

Процес прямого відновлення заліза в печі відбувається при температурі 1000-1040 °С, а процес злиткоутворення 1200-1450 °С. Відношення періоду відновлення заліза в часі до періоду злиткоутворення 1:4.

Витрати відновлювача вугілля 40-60 % від ваги руди.

До основних недоліків приведених способів відновлення окислів заліза в обпалювальних печах слід віднести:

високий затратний період часу на процес злиткоутворення (огрудкування) - до 4 годин;

інтенсифікація процесу злиткоутворення за рахунок підвищення температури до 1450 °С (технологія ITmk3) обумовлює зріст втрат металу в шлаках і зниження потужності виробництва;

недооцінка ролі рудопідготовки і сучасних можливостей магнітного збагачення тонковкраплених відновлених окислів заліза, наприклад в технології випалення магнітного збагачення окислених залізородних кварцитів, ЦГОК, м. Кривий Ріг.

Передбачений винахід "Спосіб глибокого пірометалургійного збагачення залізородних кварцитів" (Фіг. 2) реалізується таким чином:

Залізородні кварцити піддають їх класифікації на легкозбагачувальні магнетитові і важкозбагачувальні окислені різновидності з послідовним їх збагаченням на відповідних технологічних потужностях.

В основу технологічної оцінки при класифікації залізородних кварцитів може бути використаний критерій - магнетитовий модуль, який характеризується як рівень відношення сумарної магнітної сприйнятливості до загального вмісту заліза в руді.

Подрібнені важкозбагачувальні окислені залізородні кварцити піддають передзбагаченню відомими гравітаційними чи магнітними методами, а одержаний при цьому чорновий концентрат (промпродукт) піддають послідовно диференційному процесу прямого відновлення тонковкраплених окислів заліза в обпалювальних печах. Наприклад, кільцевих печах компанії Kobe Steel при температурі 1040-1280 °С, витратах відновлювача (збагачене вугілля) 40-60 % від ваги руди. При цьому досягається ступінь металізації до 90 %. Одержаний продукт відновлення (тонковкраплені металізовані окисли заліза) разом зі шлаком піддають помолу в кульових млинах до заданої крупності (наприклад 60,0 % класу менше 0,074 мм) і після класифікації піддають збагаченню на магнітних сепараторах з різноградієнтними магнітними полями, наприклад ПБМ 120/300 ПП при режимі: магнітна індукція на поверхні барабана 0,1319 Тл, частота обертів 0,430^с, робочий зазор 30-35 мм, щільність живлення 1,200-1,300 кг/л (див. Кармазин В.И. и др. Процессы и машины для обогащения полезных ископаемых. -М.: Недра, 1971, с. 310-313; с. 318-321).

Металізований концентрат піддають огрудкуванню, наприклад, холодним брикетуванням. Ячеїсті прес вальці ЗАТ НПО "Спайдермаш" (м. Єкатеринбург) з питомим тиском пресування до 1000 Мпа (10 т/см²) та продуктивністю т/ч (див. Уральський ринок металлов, № 7, 2006).

Фактично, згідно заявленого способу, обпалені окислені важкозбагачувальні різновиди руди (Фіг. 2) піддають помелу, класифікації і магнітній сепарації, а металізований концентрат піддають брикетуванню. При цьому основну магнітну сепарацію проводять на низькоградієнтних магнітних сепараторах з магнітною індукцією в межах 0,14-0,16 Тл, наприклад, ПБМ 120/300 ПП з магнітною індукцією на поверхні барабана 0,16 Тл, а контрольна магнітна сепарація - на високоградієнтних сепараторах з магнітною індукцією 0,26-1,2 Тл.

Таким чином "Спосіб глибокого пірометалургійного збагачення залізорудних кварцитів" коригує сучасну концепцію збагачення залізорудних кварцитів "тонни ради граммов" шляхом реалізації ефективної комбінованої пірометалургійної технології збагачення важкозбагачувальних окислених залізорудних кварцитів, при цьому одержувати високоякісну конкурентоспроможну металургійну сировину з високою доданою вартістю - огрудкований металізований концентрат.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб глибокого пірометалургійного збагачення залізорудних кварцитів, що включає їх класифікацію на магнетитові легкозбагачувальні і окислені важкозбагачувальні різновиди, збагачення їх на відповідних технологічних потужностях, який **відрізняється** тим, що подрібнені окислені кварцити піддають передзбагаченню гравітаційними чи магнітними методами, а одержаний чорновий концентрат (промпродукт) піддають послідовно наступним операціям: диференційованому процесу прямого відновлення окислів заліза, одержаний продукт процесу відновлення піддають помелу, класифікації і збагаченню на магнітних сепараторах з різними величинами магнітної індукції, одержаний металізований концентрат піддають огрудкуванню методом брикетування.



Фіг. 1



Fig. 2



Fig. 3

Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601