



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **104182** (13) **C2**
(51) МПК (2013.01)
B03B 7/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2011 14266	(72) Винахідник(и):	Малецький Микола Олександрович (UA), Джур Олександра Геннадіївна (UA)
(22) Дата подання заявки:	02.12.2011	(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:	10.01.2014	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	UA 91278 C2; 12.07.2010 SU 1366217 A1; 15.01.1988 SU 125262; 01.01.1960 SU 452591; 05.12.1974 GB 925637; 08.05.1963 GB 734698 A; 03.08.1955
(41) Публікація відомостей про заяву:	10.06.2013, Бюл.№ 11		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.01.2014, Бюл.№ 1		

(54) СПОСІБ КОМПЛЕКСНОГО ЗБАГАЧЕННЯ ЗАЛІЗОРУДНИХ КВАРЦИТІВ

(57) Реферат:

Винахід належить до способів збагачення руд. Спосіб комплексного збагачення залізорудних кварцитів, що включає їх класифікацію на магнетитові легкозбагачувальні і окислені важкозбагачувальні різновиди, збагачення їх на відповідних технологічних потужностях. Згідно з винаходом, подрібнені окислені кварцити піддають передзбагаченню гравітаційними чи магнітними методами, а одержаний обезводнений чорновий концентрат (промпродукт) піддають процесу прямого відновлення тонковкраплених окислів заліза, одержаний продукт процесу відновлення піддають помелу, класифікації і збагаченню на магнітних сепараторах. Винахід забезпечує одержання в єдиному технологічному циклі металізованих високоякісних концентратів з некондиційних та окислених різновидностей важкозбагачувальних залізорудних кварцитів.

UA 104182 C2



Fig. 2

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

Суттєве обмеження на сьогодні в ресурсах якісного коксівного вугілля в багатьох країнах, в тому числі і в Україні, а також ріст світових цін на кокс, металобрухт, руду стимулюють пошук нових технологічних процесів підготовки та використання залізорудної сировини. Розроблено і запатентовано, наприклад, ряд методів одержання металізованої залізорудної сировини із руд і концентратів, направлених на інтенсифікацію як доменного, так і сталеплавильного виробництва.

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

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

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

1. Результаты исследования и перспективы обогащения окисленных железных руд и бурых железняков. - М.: ЦНТИИ и ТЗИЧМ, 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 вищенаведених 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 витягання загального заліза досягає 64,6-83,3 % до переробки магнетитових кварцитів, а до видобутих всього 43,0-55,5 %.

Відомий спосіб прямого відновлення заліза Midrex, HYL/Energiron, який сьогодні використовують для металізації залізорудних котунів з вмістом заліза більше 67,0 %, кислих і основних окислів 2,5 і 1,5 % відповідно (Оскольський електрометалургійний комбінат і Лебединський ГЗК - Росія, група "Металлоинвест").

Суть названого способу полягає в прямому відновленні окислів заліза, наприклад в шахтних печах, спеціальною газовою сумішшю (окис вуглецю і водню) при температурі 800-900 °С і тривалості процесу до 12 годин. Вихідною сировиною для процесу прямого відновлення заліза - офлюсовані котуни з вмістом заліза 67,0 %.

Ступінь металізації заліза при цьому досягає 85,0-90,0 %, а вміст заліза 92,0-96,0 %. Залізо прямого відновлення майже виключно використовується в електрометалургії. Його також можна завантажувати в киснево-конверторні печі сталеплавильних цехів.

Доменний процес в такому виробництві металу повністю виключається, що забезпечує як високу якість металу, так і зниження негативного впливу на навколишнє середовище.

До недоліків вищенаведеного способу прямого відновлення заліза належать:

- високі потреби природного газу на процес прямого відновлення заліза;
- використання високоякісних концентратів з вмістом окису кремнію не більше 3,0 %;
- значна тривалість процесу металізації в часі, що обумовлює низьку виробничу потужність способу в цілому.

Ці методи металізації високоякісних концентратів опубліковані в фахових виданнях:

1. Казанец И.П. О черной металлургии США. - М.: Металлургия, 1975. - с. 76-88.

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.

3. Железо прямого восстановления: тенденции и перспективы. Информационно-аналитический журнал. 27.IV.2011, с. 1-4.

Найбільш близьким технологічним рішенням є спосіб збагачення залізорудних кварцитів, що включає їх класифікацію на магнетитові і окислені, багатостадійне подрібнення, помел подрібненої руди, гідравлічну класифікацію в замкнутах циклах помелу, багатостадійне магнітне збагачення, дешламацію, обезводнення та фільтрацію концентрату, доводку концентрату гравітаційними чи флотаційними методами, складування відходів збагачення в хвостосховищах, замкнений водообіг і реалізується на сучасних гірничо-збагачувальних підприємствах (ГЗК).

При збагаченні важкозбагачувальних окислених залізорудних кварцитів використовуються відомі обпалювально-магнітні, магнітні з різноградієнтними магнітними системами і флотаційні методи збагачення, наприклад на гірничо-збагачувальному комбінаті окислених руд - ГЗКОР (м. Долинське, Україна).

5 Суттєвими недоліками відомого способу збагачення залізорудних кварцитів наступні:

- некомплексне використання мінеральної сировини
- залізорудних кварцитів;
- низька якість і високі витрати витягання заліза;
- вибіркового підходу, спрямованого на використання легкозбагачувальних різновидностей залізорудних кварцитів і в першу чергу - магнетитових; і
- зростання екологічного напруження у регіонах;
- недостатній контроль за використанням надр з боку держави.

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

15 1. Справочник по обогащению руд. Фабрики по обогащению железо-рудных кварцитов. -М.: Недра, 1984. - с. 168-176.

2. Малецкий Н.А., Кабанов А.В., Баришполец В.Т. Комплексное использование минерально-сырьевых ресурсов при обогащении руд черных металлов. - М.: Недра. 1986. - С. 38-49.

20 Використання вищенаведеного способу збагачення залізорудних кварцитів обумовлює можливість виробляти низькосортний залізорудний концентрат з вмістом загального заліза до 62,2-65,6 % і 11,6-8,2 % оксиду кремнію, при цьому витягання загального заліза в концентрат досягає 64,6-83,3 % до переробки магнетитових кварцитів, а до видобутих залізорудних кварцитів всього 43,0-55,5 %. Концентрат, як правило, використовується у коксо-доменному металургійному виробництві.

25 При цьому слід відмітити, що при використанні сучасного способу збагачення представляється можливим ефективно переробляти тільки магнетитові залізорудні кварцити з вмістом Fe_3O_4 ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) вище 20 %, що, в свою чергу, обумовлює виборчу виробку залізорудних родовищ, так як залізорудні кварцити перед збагаченням класифікуються по вмісту магнетиту на кондиційні ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 > 20 \%$) і некондиційні ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 < 20 \%$).
30 Корисно використовується тільки кондиційні магнетитові різновидності. Попутно добуваючі некондиційні і окислені різновидності залізорудних кварцитів не використовуються, а складаються в зовнішні відвали разом з некондиційними, що обумовлює високі витрати руди на тонну концентрату. На тонну концентрату сьогодні приходится 10 тонн твердих відходів. При цьому в Кривбасі вже заскладовано близько 2 млрд. тонн окислених залізорудних кварцитів на площі 10 тисяч гектарів.

35 Складна полімінеральна, тонковкраплена залізіосилікатна мінерально-речовинна структура залізорудних кварцитів не дозволяє сучасними способами збагачення одержувати концентрати вище наведеної якості і вимагає розробки і реалізації нових способів їх комплексного збагачення.

40 В основу поставлено задачу удосконалення відомого способу збагачення залізорудних кварцитів, в якому шляхом введення нових технологічних операцій та їх послідовностей, досягається можливість реалізації невідомої комплексної переробки з одержанням в єдиному технологічному циклі металізованих високоякісних концентратів з некондиційних та окислених різновидностей важкозбагачувальних залізорудних кварцитів, і за рахунок цього сприяє
45 раціональному та комплексному їх використанню при зниженні витрат, зумовлює конкурентоспроможність, виключити негативний вплив металургійного виробництва на навколишнє середовище.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому способі збагачення залізорудних кварцитів, що включає їх класифікацію на магнетитові і окислені різновиди, збагачення їх на відповідних технологічних потужностях, окислені кварцити піддають передзбагаченню гравітаційними чи магнітними методами, а одержаний і обезводнений чорновий концентрат (промпродукт) піддають прямому відновленню тонковкраплених окислів заліза, а одержаний продукт піддають помелу, класифікації і збагаченню на магнітних сепараторах.

На фіг. 1 представлено технологічну схему сучасного способу збагачення залізорудних кварцитів.

На фіг. 2 наведено технологічну схему нового способу комплексного збагачення залізорудних кварцитів, що заявлено.

"Спосіб комплексного збагачення залізорудних кварцитів" (фіг. 2) реалізується таким чином.

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

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

Подрібнені важкозбагачувальні окислені залізорудні кварцити піддають передзбагаченню відомими гравітаційними чи магнітними методами, а одержаний при цьому чорновий концентрат (промпродукт) обезводнюють до 10,5 % масової частки вологи, на вібраційних грохотах типу ГИТ.5.1 на ситах розміром щілини 0,25-1,0 мм. Процес обезводнення матеріалу крупністю нижче 1,0 мм здійснюється на вакуум-фільтрах, наприклад дисковому вакуум-фільтрі типу ДОО-100.

Технічна характеристика вакуум-фільтра ДОО-100 наведена у таблиці.

Таблица

Поверхня фільтрації, м ²	Діаметр диска, м	Число дисків, шт.	Число розподіляючих головок, шт.	Потужність електродвигуна приводу диска, кВт	Витрата фільтротканини, м ²
1	2	3	4	5	6
100,0	2,5	12	2	4,75	151,2

Питома потужність вакуум-фільтра 0,27-0,4 т/м² час. Режим роботи:

- величина вакууму 0,07-0,08 МПа;
- тиск повітря 0,035-0,04 Мпа;
- витрати повітря 1,3 м³/хв*м²;

- щільність живлення 48-53 % твердого, масова доля вологи - 10,5 %.

Далі одержаний продукт піддають процесу прямого відновлення тонковкраплених окислів заліза в обпалювальних печах, наприклад, кільцевих печах компанії Kobe Steel процесу ITmk3 (Iron Making Technology Mark three) при температурі 1040-1280 °С, витратах відновлювача (збагачене вугілля) 40-60 % від ваги руди. При цьому досягається ступінь металізації до 90 %. Одержаний продукт прямого відновлення (тонковкраплені металізовані окисли заліза) разом зі шлаком піддають помелу 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[°], 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).

Таким чином "Спосіб комплексного збагачення залізорудних кварцитів" вирішує проблему комплексного збагачення залізорудних кварцитів шляхом ефективної комбінованої пірометалургійної технології збагачення важкозбагачувальних окислених руд з використанням процесу прямого відновлення тонковкраплених окислів заліза і магнітної сепарації тонковкраплених металізованих окислів заліза, при цьому одержувати високоякісну металургійну сировину з високою доданою вартістю - металізований концентрат. Це дозволяє:

- комплексно і раціонально використовувати залізорудні кварцити;
- одержувати високоякісні конкурентоспроможний металізований концентрат важкозбагачувальних окислених залізорудних кварцитів;
- знизити використання дефіцитного природного газу у виробництві високоякісної металургійної сировини;
- знизити негативний вплив металургійного виробництва на навколишнє середовище.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб комплексного 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 обезводнений чорновий концентрат (промпродукт) піддають процесу прямого відновлення

тонковкраплених окислів заліза, одержаний продукт процесу відновлення піддають помелу, класифікації і збагаченню на магнітних сепараторах.



Fig. 1



Fig. 2

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

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

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