



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **82529** (13) **U**  
(51) МПК (2013.01)  
**C01G 49/00**

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2013 06304</b>	(72) Винахідник(и): <b>Пономаренко Олександр Миколайович (UA), Брик Олександр Борисович (UA), Дудченко Наталія Олександрівна (UA), Янишпольський Віктор Васильович (UA), Юшин Олександр Олександрович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>21.05.2013</b>	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>12.08.2013</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>12.08.2013, Бюл.№ 15</b>	(73) Власник(и): <b>ІНСТИТУТ ГЕОХІМІЇ, МІНЕРАЛОГІЇ ТА РУДОУТВОРЕННЯ ІМ. М.П. СЕМЕНЕНКА НАН УКРАЇНИ, пр. Палладіна, 34, м. Київ-142, 03680 (UA)</b>
	(74) Представник: <b>Янишпольський Віктор Васильович</b>

## (54) СПОСІБ НИЗЬКОЕНЕРГЕТИЧНОГО ОМАГНІЧУВАННЯ СЛАБОМАГНІТНИХ ОКИСЛЕНИХ ЗАЛІЗНИХ РУД І ЗАЛІЗОРУДНИХ ВІДХОДІВ ДЛЯ МАГНІТНОЇ СЕПАРАЦІЇ

### (57) Реферат:

Спосіб низькоенергетичного омагнічування слабомагнітних окислених залізних руд і залізорудних відходів для магнітної сепарації включає подрібнення сировини до розміру менше 0,1 мм з наступною обробкою водними розчинами солей і основ та нагрівом. Обробку подрібненої сировини проводять послідовно розчинами солі двовалентного заліза і основи та нагрівають за температури 50-100 °С впродовж 30-60 хв. до досягнення постійної намагніченості цільового продукту.

UA 82529 U



Корисна модель належить до способів створення магнітних матеріалів, а саме матеріалів, що можуть вилучатися з середовища при накладанні магнітного поля, і може бути віднесена до гірничорудної промисловості, а саме до способів розділення твердих матеріалів за допомогою магнітної сепарації та вилучення в концентрат слабомагнітних мінералів для збільшення

5 мінерально-сировинного ресурсу гірничодобувних і збагачувальних підприємств залізорудних родовищ, а також для створення магнітокерованих сорбентів, каталізаторів та пігментів на основі оксиду заліза.

Відомий спосіб [1] невідновлювального переведення слабомагнітного гематиту в магнетит шляхом обробки гематиту водними розчинами солей двовалентного заліза та гідротермальної обробки більше 100 °С, підвищеному тиску та впродовж тривалого часу. Для здійснення цього способу необхідно спеціальне обладнання у вигляді автоклавів, що затрудняє використання його в промислових масштабах. Значна тривалість цього процесу вимагає значних енергетичних затрат.

10 Відомий також низькоенергетичний спосіб [2] переведення слабомагнітного  $\gamma$ -FeOОН (лепідокрокіт) в магнетит шляхом обробки лепідокрокіту водними розчинами двовалентного заліза за кімнатної температури (25 °С) та зміною рН від 5 до 9. Проте, в цій роботі описано лише переведення в магнітну фазу лепідокрокіту.

Відомий також спосіб [3] отримання чорного пігменту оксиду заліза з гематиту, що включає низькотемпературну реакцію в водній пульпі, в якій гематит контактує з розчинним джерелом двовалентного заліза в присутності розчинного джерела тривалентного заліза в лужному середовищі з метою переведення його в магнетит. Проте, для здійснення цього способу використовуються два джерела заліза: двовалентне та тривалентне, а також спосіб потребує великих затрат енергії бо пульпу нагрівають за температури 60-100 °С впродовж від 2 до 24 годин після додавання основи. Також, величина намагніченості отриманих продуктів в патенті не наведена.

15 Відомий також спосіб [3] отримання чорного пігменту оксиду заліза з гематиту, що включає низькотемпературну реакцію в водній пульпі, в якій гематит контактує з розчинним джерелом двовалентного заліза в присутності розчинного джерела тривалентного заліза в лужному середовищі з метою переведення його в магнетит. Проте, для здійснення цього способу використовуються два джерела заліза: двовалентне та тривалентне, а також спосіб потребує великих затрат енергії бо пульпу нагрівають за температури 60-100 °С впродовж від 2 до 24 годин після додавання основи. Також, величина намагніченості отриманих продуктів в патенті не наведена.

Відомий також спосіб [3] отримання чорного пігменту оксиду заліза з гематиту, що включає низькотемпературну реакцію в водній пульпі, в якій гематит контактує з розчинним джерелом двовалентного заліза в присутності розчинного джерела тривалентного заліза в лужному середовищі з метою переведення його в магнетит. Проте, для здійснення цього способу використовуються два джерела заліза: двовалентне та тривалентне, а також спосіб потребує великих затрат енергії бо пульпу нагрівають за температури 60-100 °С впродовж від 2 до 24 годин після додавання основи. Також, величина намагніченості отриманих продуктів в патенті не наведена.

25 Прототипом (найближчим аналогом) корисної моделі є спосіб приготування магнетиту з бідних залізних руд [4], що включає вилуговування тривалентного заліза з бідних руд кислим розчином, часткове відновлення тривалентного заліза до двовалентного та осадження суміші отриманих солей шляхом додавання лужного розчину та отримання магнетитових частинок.

Цей спосіб дуже багатостадійний (не менш ніж 5 стадій) та потребує дорогих реагентів (боргідрид натрію та літію), що робить його економічно неефективним при великомасштабному виробництві.

В основу способу, що пропонується, поставлено задачу вдосконалення способу омагнічування слабомагнітної залізорудної сировини (оксидів/гідроксидів заліза, бідних окислених залізних руд, залізорудних відходів та ін.), при якому створюються умови для переведення слабомагнітних оксидів/гідроксидів заліза до магнітних оксидів внаслідок утворення магнітних фаз шляхом послідовної обробки сировини солями двовалентного заліза та основами, що приведе до скорочення кількості стадій та реагентів.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі омагнічування слабомагнітних оксидів/гідроксидів заліза, бідних окислених залізних руд та залізорудних відходів, що включає подрібнення сировини, згідно з корисною моделлю, поміщають подрібнену сировину в розчин солей двовалентного заліза, додають до цієї суміші розчин лугу, нагрівають до температури 50-100 °С та витримують за цієї температури до досягнення постійної намагніченості (30-60 хв. в залежності від температури). Даний спосіб відрізняється тим, що при утворенні магнітної фази не змінюється співвідношення двовалентного та тривалентного заліза, тобто спосіб не може бути віднесений до відновлювального омагнічування. Мольне співвідношення двовалентного заліза, що додається, до вмісту заліза в сировині має складати 0,5. Мольне співвідношення лугу до доданого двовалентного заліза має становити більше 2 та забезпечити створення необхідного значення рН (вище 10).

В порівнянні з прототипом, в запропонованому способі, крім подрібненої залізовмісної сировини омагнічування здійснюється в одну стадію з використанням двох реагентів (сіль двовалентного заліза та луг). З метою підвищення економічної ефективності процесу як джерело солі двовалентного заліза можуть використовуватися відходи (травильні розчини) сталепрокатного виробництва.

Даний спосіб є особливо ефективним для омагнічування високодисперсних порошків оксидів/гідроксидів заліза, високодисперсних відходів (шлами, хвости та ін.) збагачувальних комбінатів (високодисперсний гематит), що дає змогу одержувати магнітні мінерали для подальшого збагачення та покращувати екологічний стан прилеглих територій, зокрема Криворізьського залізорудного басейну.

Спосіб, що пропонується, ілюструється схемою (Фіг. 1, де схематично зображений спосіб омагнічування слабомагнітних бідних окислених руд) та наступними прикладами омагнічування слабомагнітних бідних окислених залізних руд.

Вихідний зразок слабомагнітної бідної окисленої гематитової руди (фіг. 1, п. 1) Криворізьського басейну (порошкова рентгенівська дифрактограма цього зразка наведена на фіг. 2а) подрібнили до розміру менше 0,1 мм (фіг. 1, п. 2). 1 г зразка помістили в 5 мл 10 % розчину сульфату заліза (II) в воді (фіг. 1, п. 3). Через 5 хвилин додали 24 мл 3М аміаку (фіг. 1, п. 4). Після цього, суміш нагрівали в термостаті за температури 95 °С впродовж 30 хвилин (фіг. 1, п. 5). Після завершення реакції отриманий зразок осаджували за допомогою магніту NdFeB, надосадову рідину зливали. Зразок тричі промивали водою по 60 мл шляхом ресуспендування зразка у воді та осадження його за допомогою магніту. Отриманий магнітний зразок висушували за кімнатної температури для подальших досліджень.

Як видно з кривих намагнічування (фіг. 3) намагніченість вихідної руди складає приблизно 2 А\*м<sup>2</sup>/кг (фіг. 3а - крива намагнічування вихідної слабомагнітної бідної окисленої гематитової руди Криворізького басейну), а намагніченість омагніченої руди 33 А\*м /кг (фіг. 3б - крива намагнічування тієї ж руди, що наведена на фіг. 3а, омагніченої за допомогою способу, що пропонується). Відповідно до рентгенівських дифрактограм (фіг. 2) різниця намагніченості вихідної руди (фіг. 2а) та омагніченої руди (фіг. 2б - порошкова рентгенограма тієї ж руди, що наведена на фіг. 2а, омагніченої за допомогою способу, що пропонується) обумовлена фазовим переходом гематит → магнетит.

Наведені приклади підтверджують досягнення технічного результату, а саме, збільшення намагніченості зразка, при здійсненні способу, що заявляється.

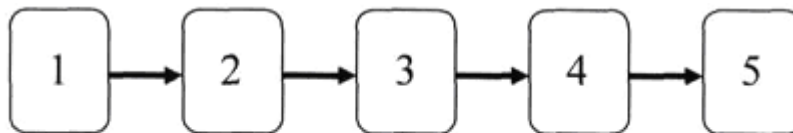
Таким чином, запропонований спосіб омагнічування слабомагнітної залізовмісної сировини має наступні переваги над прототипом: дає можливість зменшити кількість стадій омагнічування слабомагнітної залізовмісної сировини; дає можливість зменшити кількість реагентів; дає можливість збільшувати мінерально-сировинний ресурс гірничодобувних і збагачувальних підприємств.

#### Посилання

1. Н. Ohmoto. Nonredox transformations of magnetite-hematite in hydrothermal systems//Economic Geology.-2003. - V. 98, N. 1. - p. 157-161.
2. Y. Tamaura, K. Ito, T. Katsura. Transformation of  $\gamma$ -FeO(OH) to Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> by adsorption of iron(II) ion on  $\gamma$ -FeO(OH) // J. Chem. Soc, Dalton Trans.-1983. - v.2. - p. 189-194.
3. Патент US 6302952 B1, 16.10.2001., МПК C09C 1/24, C01G 49/08, C04B 14/30, "Process for the production of black iron pigments" D.B. Mobbs, M.J. Jackson.
4. Патент US № 8337805, МПК C01G 49/00, 25.12.2012, "Method for preparing magnetite nanoparticles from low-grade iron ore and magnetite nanoparticles preparing by the same" Y.J. Suh, M.E. Ju, D.S. Kil, H.D. Jang.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб низькоенергетичного омагнічування слабомагнітних окислених залізних руд і залізгорудних відходів для магнітної сепарації, що включає подрібнення сировини до розміру менше 0,1 мм з наступною обробкою водними розчинами солей і основ та нагрівом, який **відрізняється** тим, що обробку подрібненої сировини проводять послідовно розчинами солі двовалентного заліза і основи та нагрівають за температури 50-100 °С впродовж 30-60 хв. до досягнення постійної намагніченості цільового продукту.



Фіг. 1.

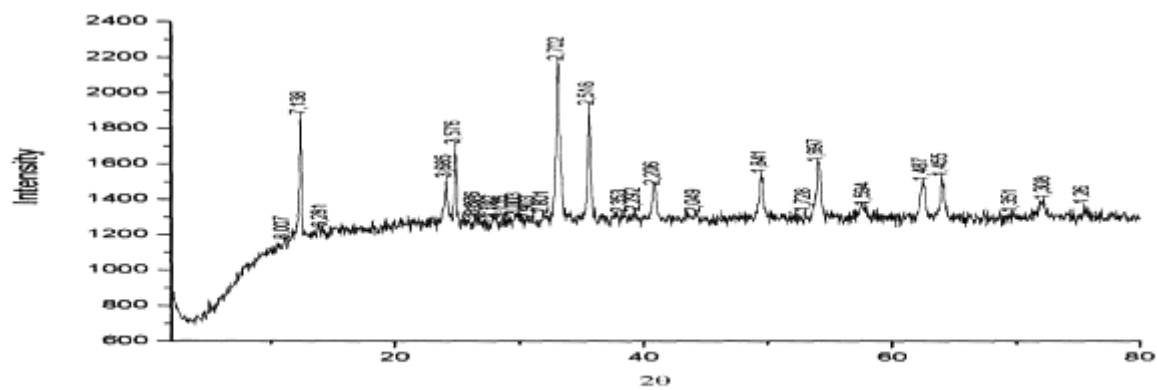


Fig. 2a.

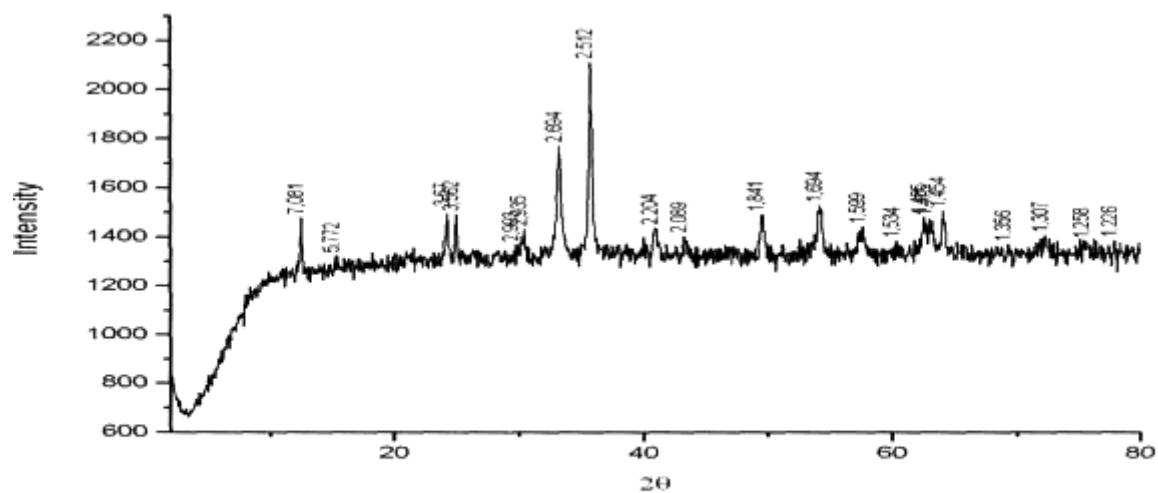


Fig. 2b.

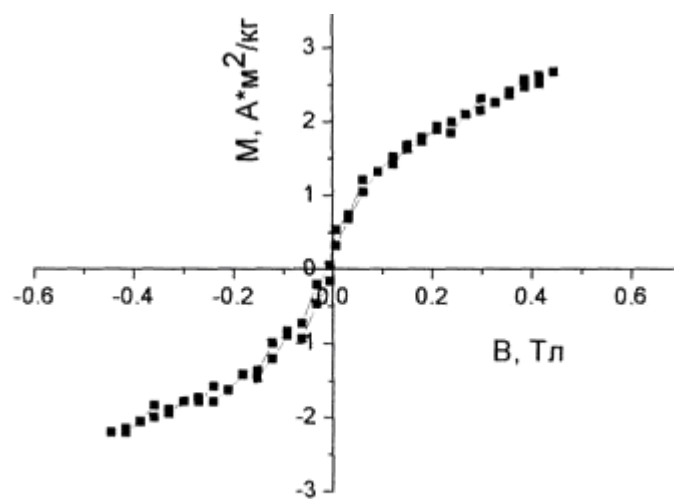
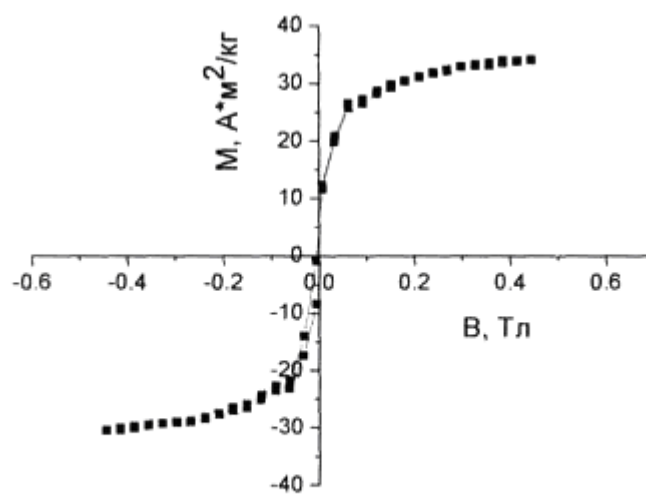


Fig. 3a.



Фиг. 36.

---

Комп'ютерна верстка І. Мироненко

---

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