



УКРАЇНА

(19) UA (11) 62869 (13) A

(51) 7 C22B7/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ПЕРЕРОБКИ ВІДВАЛЬНИХ МЕТАЛУРГІЙНИХ ШЛАКІВ

1

2

(21) 2003109517

(22) 22 10 2003

(24) 15 12 2003

(46) 15 12 2003, Бюл. № 12, 2003 р.

(72) Челомбитко Олександр Олексійович, Сокур-  
ренко Анатолій Валентинович, Шеремет Володи-  
мир Олександрович, Трошій Сергій Володимиро-  
вич, Сігал Марко Леонідович, Ляденко Олег  
Васильович

(73) Сігал Марко Леонідович

(57) 1 Спосіб переробки відвальних металургійних шлаків, що включає розсів відвального шлаку за фракціями і сепарацію фракцій, який відрізняється тим, що відвальний шлак з розміром частинок не більш 850 мм розсівають на фракції 120-850 мм і 0-120 мм, фракцію 120-850 мм піддають електромагнітній сепарації з вилученням металовмісного продукту і шлаку, а фракцію 0-120 мм піддають магнітній сепарації з наступним відділенням шлаку і розсівом металовмісного продукту на фракції 15-120 мм і 0-15 мм, при цьому фракцію 15-120 мм піддають електромагнітній сепарації з вилученням металовмісного продукту, що містить до 95 % заліза, і металовмісного продукту, що містить до 40% заліза, а фракцію 0-15 мм піддають магнітній сепарації з вилученням частини металовмісного продукту і електромагнітній сепарації продуктів розділення цієї фракції з наступним вилученням металовмісних продуктів і шлаків

2 Спосіб за п 1, який відрізняється тим, що розсів відвального шлаку з розміром частинок не більш 850 мм здійснюють за допомогою консольного колосникового грохота

3 Спосіб за пп 1 або 2, який відрізняється тим, що магнітну сепарацію фракції 0-15 мм здійснюють при напруженості магнітного поля 136 мТ

4 Спосіб за будь-яким з пп 1 - 3, який відрізняється тим, що магнітну сепарацію фракції 0-120 мм і 0-15 мм здійснюють у барабанних сепараторах при 45 об/хв

5 Спосіб за будь-яким з пп 1 - 4, який відрізняється тим, що розсів металовмісного продукту на фракції 15-120 мм і 0-15 мм здійснюють на дводетальному інерційному грохоті, що має додатково встановлені дугоподібні металеві вставки

6 Спосіб за будь-яким з пп 1-5, який відрізняється тим, що з фракції 0-15 мм після магнітної і електромагнітної сепарації вилучають металовмісний продукт, що містить до 45 % заліза

7 Спосіб за будь-яким з пп 1-5, який відрізняється тим, що з фракції 0-15 мм після електромагнітної сепарації вилучають металовмісний продукт, що містить до 85 % заліза

8 Спосіб за п 7, який відрізняється тим, що металовмісний продукт, вилучений після електромагнітної сепарації з фракції 0-15 мм з вмістом заліза до 85 %, брикетують

9 Спосіб за будь-яким з пп 1 - 5, який відрізняється тим, що з фракції 0-15 мм після електромагнітної сепарації вилучають шлак з основністю  $1,9 \pm 0,1$

10 Спосіб за п 9, який відрізняється тим, що шлак, вилучений після електромагнітної сепарації з фракції 0-15 мм з основністю  $1,9 \pm 0,1$ , брикетують

11 Спосіб за будь-яким з пп 1-5, який відрізняється тим, що з фракції 0-15 мм після електромагнітної сепарації вилучають шлак з підвищеним вмістом діоксиду кремнію

Винахід відноситься до чорної металургії, зокрема, до переробки металургійних шлаків, що утворюються при виробництві сталей

Проблема переробки відвальних металургійних шлаків є актуальною для металургійної промисловості, оскільки пов'язана як можливістю видобування більш дешевого за собівартістю металу

та інших корисних речовин, так і з вивільненням чи не розширенням значних територій, що займають відвали

Відомий спосіб переробки відвальних металургійних шлаків, що включає пошарове вилучення феромагнітних предметів магнітним органом драглайн-екскаватора з наступним відокремлюванням

(13) A

(11) 62869

(19) UA

отриманих феромагнітних предметів та відпрацьованого шару (патент України, №9693 А, кл E21C41/00, опубл 30 09 1996)

Запропонований спосіб дозволяє вилучити значну частину металовмісних предметів у вигляді коржів, корольків, зростків металопому, які повторно можуть бути використані у металургійному виробництві. Однак, відомий спосіб не забезпечує повної ефективної переробки всього масиву відвального шлаку, відпрацьований шар потребує подальшої переробки для його використання, наприклад, у будівництві. Крім того, у відпрацьованому шарі залишається до 10-15% металів.

Найбільш близьким є спосіб переробки відвальних металургійних шлаків, що включає розсів відвального шлаку за фракціями і сепарацію фракцій (патент RU, №2117708, кл C22B7/04, опубл 20 08 1998). У відомому способі здійснюють попереднє вилучення з відвального шлаку великого металевго скрапу і розсів шлаку, що залишився, на дві фракції 30-500мм і 0-30мм, первинне дроблення фракції 30-500мм до розміру кусків не більш 150 мм, наступне двократнє повторне дроблення, розсів за фракціями, сепарацію за допомогою віброгрохочення з одержанням чотирьох фракцій 0-5мм, 5-10мм, 10-28мм і більш 28мм, ще одне повторне дроблення шлаку останніх двох фракцій до фракцій не більше за 10мм і гравітаційну сепарацію.

Відомий спосіб дозволяє підвищити вилучення металу з відвального шлаку, однак, до 5-10% металів залишаються у шлаку. Крім того, технологічний процес пов'язаний з необхідністю багатостадійного дроблення, що з одного боку ускладнює процес і робить його більш енергоємним, з іншого - велика кількість повторних дроблень приводить до підвищення вмісту металу в шлаку і до інтенсивного зношення дробильних конусів дробарки.

Задачею винаходу є удосконалення способу переробки відвальних металургійних шлаків, в якому завдяки запропонованому виділенню фракцій та їх обробки, підвищується степінь вилучення металів і отримуються продукти, як металовмісні так і шлаки, придатні для подальшого використання в народному господарстві. Запропонований спосіб є високопродуктивним і безвідходним.

Поставлена задача вирішується запропонованим способом переробки відвальних металургійних шлаків, що включає розсів відвального шлаку за фракціями і сепарацію фракцій, в якому відвальний шлак з розміром частинок не більш 850мм розсівають на фракції 120-850мм і 0-120мм, фракцію 120-850мм піддають електромагнітній сепарації з вилученням металовмісного продукту і шлаку, а фракцію 0-120мм піддають магнітній сепарації з наступним відділенням шлаку і розсівом металовмісного продукту на фракції 15-120мм і 0-15мм, при цьому фракцію 15-120мм піддають електромагнітній сепарації з вилученням металовмісного продукту, що містить до 95% заліза, і металовмісного продукту, що містить до 40% заліза, а фракцію 0-15мм піддають магнітній сепарації з вилученням частини металовмісного продукту і електромагнітній сепарації продуктів розділення цієї фракції з наступним вилученням металовмісних продуктів і шлаків. Розсів відвального шлаку з

розміром частинок не більш 850мм здійснюють за допомогою консольного колосникового грохота, а розсів металовмісного продукту на фракції 15-120мм і 0-15мм здійснюють на дводечному інерційному грохоті, що має додатково встановлені дугоподібні металеві вставки. Магнітну сепарацію фракцій 0-120мм і 0-15мм здійснюють у барабанних сепараторах при 45об/хв, причому, магнітну сепарацію фракції 0-15мм здійснюють при напруженості магнітного поля 138мТ.

З фракції 0-15мм після магнітної і електромагнітної сепарації вилучають металовмісний продукт, що містить до 45% заліза, і, крім того, з фракції 0-15мм після електромагнітної сепарації вилучають металовмісний продукт, що містить до 85% заліза. При цьому, металовмісний продукт, вилучений після електромагнітної сепарації з фракції 0-15мм з вмістом заліза до 85%, брикетують. З фракції 0-15мм після електромагнітної сепарації вилучають шлак з основністю  $1,9 \pm 0,1$ , який також брикетують.

Крім того, з фракції 0-15 мм після електромагнітної сепарації вилучають шлак з підвищеним вмістом діоксиду кремнію.

Нашими дослідженнями було встановлено, що розділення за допомогою грохота відвального шлаку з розміром частинок не більш 850 мм спочатку на фракції 120-850мм і 0-120мм з наступною магнітною і електромагнітною сепараціями зазначених фракцій, потім розділення за допомогою грохота металовмісного продукту фракції 0-120мм на фракції 15-120мм і 0-15мм з наступною магнітною і електромагнітною сепараціями зазначених фракцій, дає змогу виділити продукти, що містять метал, і продукти, що не містять метал, і при цьому, кожен з цих продуктів є придатним для подальшого використання у металургії, будівництві або сільському господарстві. Придатність отриманих продуктів визначається складом і розміром всіх фракцій і складом, розміром та формою мілких фракцій. Так, продукти, що одержані після другого розсіву на дводечному інерційному грохоті, що має додатково встановлені дугоподібні металеві вставки, завдяки складній кінематиці свого руху і отриманню багатократних навантажень ударом, вібрацією і тертям, добре розкриті, і очищені. Це дає змогу більш ефективно вести наступні операції магнітної і електромагнітної сепарації. Крім того, цьому сприяє також і те, що частина металів, що є в шлакові і немає магнітних властивостей, після такої обробки набуває магнітні властивості завдяки переходу у фазу  $\alpha$ -фази.

Винахід пояснюється фігурою, на якій наведена технологічна схема безвідходної переробки відвальних металургійних шлаків.

На наведеній схемі умовно позначено

- 1 - консольний колосниковий грохот,
- 2 - фракція 120-850мм,
- 3 - фракція 0-120мм,
- 4,13,20,21 - сепаратор МЭГ-120 С,
- 5, 14- магнітний барабанний сепаратор,
- 6 - металовмісний продукт фракції 120-850мм з вмістом заліза біля 75%,
- 7 - шлак з розміром частинок 120-850мм,
- 8 - шлак з розміром частинок 0-120мм,
- 9 - металовмісний продукт фракції 0-120мм,

- 10 - грохот інерційний дводечний,
- 11 - фракція 15-120мм,
- 12 - фракція 0-15мм,
- 15 - металовмісний продукт фракції 15-120мм з вмістом заліза біля 95%,
- 16 - металовмісний продукт фракції 15-120мм з вмістом заліза біля 40%,
- 17, 18- продукти розділення фракції 0-15мм,
- 19 - металовмісний продукт фракції 0-15мм з вмістом заліза біля 45%,
- 22 - металовмісний продукт фракції 0-15мм з вмістом заліза біля 85%,
- 23 - брикетувальний пристрій,
- 24, 26 - шлак,
- 25 - валковий сепаратор,
- 27 - шлак фракції 0-15мм з основністю  $1,9 \pm 0,1$ ,
- 28 - шлак фракції 0-15мм з підвищеним вмістом діоксиду кремнію

Спосіб здійснюється таким чином

Запропонована технологія передбачає переробку відвального шлаку з розміром частинок не більш 850мм. Більш великі частинки відразу з відвалу транспортуються для переробки до копрового цеху.

Відвальний шлак з розміром частинок не більш 850 мм подається до бункера. Для захисту навколишнього середовища і робочих місць від пилу проводиться попереднє зволоження вихідного шлаку за допомогою системи зрошення, що розташована над бункером.

Вихідний шлак з бункера дозується на вібраційний пристрій, з якого попадає на консольний колосниковий грохот 1 (див. схему) з зазором між колосниками 120мм. За допомогою консольного колосникового грохота 1 відвальний шлак розсівають на фракції 120-850мм (надрештний продукт) - 2 і 0-120мм (підрештний продукт) - 3. Одержані фракції 2 і 3 поступають на сепарацію.

Фракція 120-850мм збагачується у електромагнітному полі сепаратора МЭГ-120С 4 і після обробки вилучають металовмісний продукт 6, що відповідає ТУ У-322-228-29-2000 (кусковий сталевий скрап фракції 120-850мм) і шлак 7, що поступає на ділянку вибірки вогнетривів для подальшого їх використання.

Фракція 0-120мм 3 поступає до магнітного барабанного сепаратора 5, де, регулюючи напруженість електромагнітного поля і швидкість обертання барабану магнітного сепаратора, здійснюють попереднє збагачення з наступним відділенням шлаку 8 з розміром частинок 0-120мм і металовмісного продукту 9 з розміром частинок 0-120мм. Шлак 8 з розміром частинок 0-120мм поступає на ділянку вибірки вогнетривів для подальшого їх використання. Металовмісний продукт 9 з розміром частинок 0-120мм поступає на дводечний інерційний грохот 10.

Дводечний інерційний грохот 10 має додатково встановлені дугоподібні металеві вставки, розміщені таким чином, що частинки фракції, що переміщується по грохотові, на досить короткому шляху піддаються багаторазовому навантаженню ударом, вібрацією та тертям. Цим досягається

додаткове руйнування частинок, очистка та відділення металовмісної фракції та шлаку. В результаті розсіву металовмісного продукту 9 у дводечному інерційному грохоті 10 одержують фракції 15-120мм 11 і 0-15мм 12.

Фракція 15-120мм 11 подається на збагачення і розділення до сепаратора МЭГ-120С 13, з вилученням металовмісного продукту 15, що містить до 95% заліза, і металовмісного продукту 16, що містить до 40% заліза. Металовмісні продукти 15 і 16 відповідають продуктам, що використовуються у металургії, а саме кусковому сталевому скрапу за ТУ У - 322-228-29-2000 і шлаку збагаченому за ТУ У 322-228-37-2000 відповідно.

Фракція 0-15мм 12 подається на збагачення і розділення до магнітного барабанного сепаратора 14. В сепараторі 14 магнітну сепарацію здійснюють при напруженості магнітного поля 138мТ і при 450б/хв барабана з одержанням продуктів розділення 17, 18. З продукту розділення 17 виділяють частину, яка використовується як шлак збагачений для агломераційного виробництва за ТУ У -322-228-37-2000 і по суті є металовмісним продуктом з вмістом заліза біля 45% 19.

Друга частина продукту розділення 17 поступає на збагачення і розділення до сепаратора МЭГ-120С 20, з вилученням металовмісного продукту 22, що містить до 85% заліза, і металовмісного продукту 19, що містить до 45% заліза. Металовмісний продукт 22 поступає для брикетування до брикетувального пристрою 23. Брикети з металовмісним продуктом 22 використовуються у сталеплавильному процесі.

Продукт розділення 18 фракції 0-15мм поступає на збагачення і розділення до сепаратора МЭГ-120С 21, з вилученням металовмісного продукту 19, що містить до 45% заліза, і шлаку 24. Шлак 24 піддається обробці в електромагнітному валковому сепараторі 25 з виділенням шлаку фракції 0-15мм 26, шлаку фракції 0-15мм з основністю  $1,9 \pm 0,1$  27 та шлаку фракції 0-15мм 28 з підвищеним вмістом діоксиду кремнію.

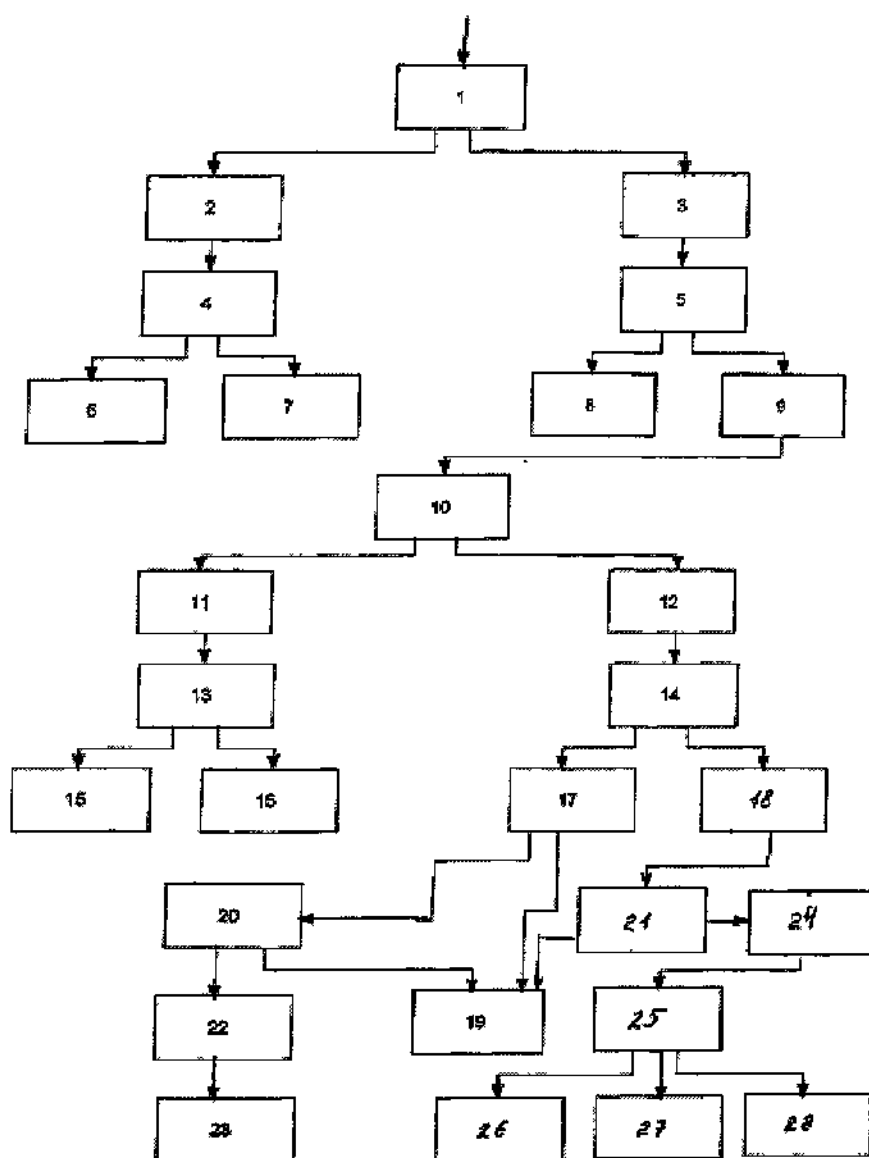
Шлак фракції 0-15мм 26 знаходить широке використання як меліорант для вапнування кислих ґрунтів.

Шлак фракції 0-15мм з основністю  $1,9 \pm 0,1$  27 після брикетування подається до сталеплавильного виробництва, що дозволяє знизити об'єм вапняної добавки.

Шлак фракції 0-15 мм з підвищеним вмістом діоксиду кремнію 28 використовується у будівництві.

Таким чином, запропонований спосіб дозволяє підвищити степінь вилучення металів до 98-100% і отримати продукти, як металовмісні, так і шлаки, кожен з яких придатний для подальшого використання в народному господарстві.

Запропонований спосіб опробований при переробці металургійних шлаків КГМК "Криворіжсталь", що виявило його високу ефективність, надійність, можливість звільнити значні території земель та повно використовувати відвальний шлак як вторинну сировину.



Фіг.