



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **163691** (13) **U**

(51) МПК (2026.01)

C22B 7/04 (2006.01)**B07B 9/00****B07B 7/08** (2006.01)**B03C 1/00**

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**(21)** Номер заявки: **а 2024 01899****(22)** Дата подання заявки: **11.04.2024****(24)** Дата, з якої є чинними
права інтелектуальної
власності: **23.07.2026****(41)** Публікація відомостей
про заявку: **15.10.2025, Бюл.№ 42****(46)** Публікація відомостей
про державну
реєстрацію: **22.07.2026, Бюл.№ 29****(72)** Винахідник(и):**Ємельянов Володимир Олександрович (UA),
Іванченко Андрій Владиславович (UA),
Іванченко Владислав Вікторович (UA)****(73)** Володілець (володільці):**ДЕРЖАВНА НАУКОВА УСТАНОВА
"ЦЕНТР ПРОБЛЕМ МОРСЬКОЇ ГЕОЛОГІЇ,
ГЕОЕКОЛОГІЇ ТА ОСАДОВОГО
РУДОУТВОРЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ
АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ",
вул. Олеса Гончара, 55Б, м. Київ, 01054
(UA)****(74)** Представник:**Гончарова Людмила Миколаївна, реєстр.
№154****(54) СПОСІБ КОМПЛЕКСНОЇ ПЕРЕРОБКИ МЕТАЛУРГІЙНИХ ШЛАКІВ****(57) Реферат:**

Спосіб комплексної переробки металургійних шлаків включає здрібнювання відвального шлаку, класифікацію одержаного порошку та збагачення розкласифікованого матеріалу методом пневмосепарації при накладенні на комбінований процес відцентрового поля. Здрібнювання відвального шлаку, класифікацію одержаного порошку та збагачення розкласифікованого матеріалу методом пневмосепарації при накладенні на комбінований процес відцентрового поля здійснюють спільно з активатором у пропорції, що визначається маркою цементу. Усереднену переподрібнену суміш активатора і очищеного від металу і оксидів заліза шлаку використовують як активований шлакоцемент. Подрібнену зернисту суміш часточок металу і металовмісних мінералів направляють на грохочення. Надрешітний матеріал направляють у металевий продукт. Збагачений металовмісними мінералами підрешітний продукт, крупністю менше виділених металевих часточок, але більше часточок переподрібненої усередненої суміші очищеного шлаку і активатора, направляють на магнітну і гравітаційну сепарацію. Магнітну важку фракцію використовують як металовмісний концентрат. Немагнітний легкий продукт з високим вмістом металургійного скла і силікатів кальцію об'єднують з переподрібненою усередненою сумішшю очищеного шлаку і активатора.

UA 163691 U

Корисна модель стосується виробництва металу, металовмісного концентрату і шлакоцементу і може бути застосована для комплексної фінальної переробки відвальних металургійних шлаків, що містять залишкові дрібні часточки металів і сплавів (сталь, чавун, легуючі метали, бронза, латунь тощо) та металовмісних мінералів, без використання

металургійного процесу, з нульовими викидами вуглецю в атмосферу.
Відомий "Спосіб видобування металофази з природних і техногенних руд" [патент UA 105092 C2, МПК (2014.01) C22B 1/00, C22B 11/00, B07B 9/00, B07B 7/08 (2006.01)]. Заявники: Чугунов Юрій Давидович (UA), Іванченко Владислав Вікторович (UA).

Даний спосіб належить до видобування металофази, переважно тонковкрапленої, із природних і техногенних руд. Відповідно до даного способу, металургійний шлак здрібнюють, класифікують та збагачують спільно методом пневмосепарації при накладенні на комбінований процес відцентрового поля, у вихровому режимі руху часточок, які подрібнюють, розділяють на вузькі класи крупності, збагачення вузьких класів крупності здійснюють методом пневматичної сепарації в стиснутих умовах рудноповітряного потоку в кожному з вузьких класів крупності. Застосування способу дозволяє вилучати металофазу з техногенних руд з мінімальними енергетичними й матеріальними витратами без використання хімічних реагентів і високотемпературних операцій при зведених до мінімуму ризиках забруднення навколишнього середовища та відсутності викидів в атмосферу вуглецю.

Недоліком даного способу є велика кількість відходів виробництва, втрата металовмісних мінералів та в'язучого матеріалу, придатного для виробництва цементу.

Найбільш близьким аналогом корисної моделі за технічною суттю і по результату, що досягається, є спосіб виробництва залізовмісної сировини зі сталеплавильного шлаку, наведений на стор. 129-132 монографії "Сталеплавильний шлак в сучасному геологічному середовищі". Автори: [Іванченко Владислав Вікторович, Тиришкіна Світлана Миколаївна, Оторвін Павло Іванович. Видавництво НАН України. Серія: "Геологічне середовище антропогенної екосистеми", Київ: 2011 - 147 с.] Даний спосіб належить до видобування металофази, переважно тонковкрапленої, зі сталеплавильного шлаку.

Відповідно до даного способу, металургійний шлак здрібнюють, класифікують та збагачують у вузьких класах крупності на першому етапі методом сухої сепарації у слабкому магнітному полі з вилученням металу, на другому етапі з немагнітного продукту першого етапу отримують залізооксидний продукт методом сепарації в більш інтенсивному магнітному полі. Для остаточного очищення металевих і залізооксидних продуктів використовують розділення на концентратційному столі з попередньою витримкою у воді 1-3 доби. Отриманий після сухої магнітної і вологої гравітаційної сепарації силікатний продукт використовують у виробництві будівельних матеріалів. Недоліками даного способу є складність технологічного процесу, неможливість виділення з шлаку немагнітних металів (нержавіючої сталі, бронзи, латуні тощо), необхідність сушки отриманих продуктів, невисокі в'язучі властивості силікатного продукту внаслідок використання для його виробництва води та відсутності активаторів цементу.

Ознаками найбільш близького аналога, які збігаються із корисною моделлю, є:

- здрібнювання вихідного матеріалу багаторазовим ударно-механічним впливом у вихровому режимі руху часток, що подрібнюються,
- класифікація продуктів подрібнення,
- збагачення розкласифікованого матеріалу,
- виробництво металевих продуктів і залізооксидного концентрату.

Ознаки корисної моделі, які відрізняються від найбільш близького аналога, є:

- здрібнювання, класифікацію і збагачення вихідного матеріалу здійснюють одночасно з добавкою, подрібненням і помелом активатора цементу, у співвідношенні, що забезпечує отримання активованого цементу заданої марки;
- отримання металевих продуктів здійснюють у процесі попереминого подрібнення, грохочення і видалення надрешітного продукту у вигляді неподрібнених металевих часточок, що утворюють "тіні тиску" і зменшують ефективність подрібнення шлаку,
- отримання концентрату металовмісних мінералів здійснюють шляхом сепарації подрібненого матеріалу після видалення з нього металевих часточок,
- отримання металу, металовмісного концентрату і активованого шлакоцементу здійснюють у сухому режимі;
- продуктами виробництва є магнітні і немагнітні метали, металовмісні концентрати і активований цемент.

В основу корисної моделі поставлена задача за рахунок спільної переробки шлаку і активатора, гравітаційної і магнітної сепарації, одержати при максимальному розкритті, без втрат мінеральної сировини і викидів вуглецю в атмосферу, магнітні і не магнітні метали,

металовмісні концентрати і активований шлакоцемент заданої марки.

Очікуваним технічним результатом корисної моделі є підвищення чистоти металу, металовмісного концентрату, підвищення в'язучих властивостей шлакоцементу, приведення їх у відповідність товарним маркам, відсутність викидів вуглецю в атмосферу, за вимогами "зеленої" металургії і нульового рівню відходів.

Зазначений технічний результат досягається за рахунок того, що за способом комплексної переробки металургійних шлаків, який включає здрібнювання вихідного матеріалу багаторазовим ударно-механічним впливом у вихровому режимі руху часток, що подрібнюються, класифікацію продуктів подрібнення, збагачення розкласифікованого матеріалу та виробництво металевого продукту і залізооксидного концентрату, згідно з корисною моделлю, здрібнювання відвального шлаку, класифікацію одержаного порошку та збагачення розкласифікованого матеріалу методом пневмосепарації при накладенні на комбінований процес відцентрового поля здійснюють спільно з активатором у пропорції, що визначається маркою цементу, усереднену переподрібнену суміш активатора і очищеного від металу і оксидів заліза шлаку використовують як активований шлакоцемент, подрібнену зернисту суміш часточок металу і металовмісних мінералів направляють на грохочення, надрешітний матеріал направляють у металевий продукт, а збагачений металовмісними мінералами підрешітний продукт, крупністю менше виділених металевих часточок, але більше часточок переподрібненої усередненої суміші очищеного шлаку і активатора, направляють на магнітну і гравітаційну сепарацію, магнітну важку фракцію використовують як металовмісний концентрат, а немагнітний легкий продукт з високим вмістом металургійного скла і силікатів кальцію об'єднують з переподрібненою усередненою сумішшю очищеного шлаку і активатора.

Суть корисної моделі полягає в наступному. При спільному подрібненні у вихровому повітряно-мінеральному потоці металургійного шлаку (фіг. 1, фіг. 2а), і активатора у пропорції, що забезпечує отримання активованого цементу заданої марки (фіг. 2е); при поперемінному стадійному подрібненні, грохоченні і видаленні надрешітного продукту (фіг. 1) у вигляді металевих часточок у класах крупності -10,0+5,0 мм (фіг. 2б), -5,0+2,0 мм (фіг. 2в) та -2,0+0,5 мм (фіг. 2г), що утворюють у матеріалі, що подрібнюється, "тіні тиску" і зменшують ефективність подрібнення шлаку; при сепарації підрешітного продукту після видалення з нього металевих часточок; при отриманні металу (фіг. 1; фіг. 2б-2г), металовмісного концентрату (фіг. 1; фіг. 2д), і активованого шлакоцементу (фіг. 1; фіг. 2е), у сухому режимі, при виробництві магнітних і немагнітних металів і металовмісних концентратів при постійному видаленні із суміші, що подрібнюється очищених від шлаку металів, концентратів, а також пиловидної суміші шлаку і активатора, очищених від металів і концентратів, здійснюється отримання магнітних і не магнітних металів і металовмісних концентратів підвищеної чистоти і активованого шлакоцементу, згідно з товарними марками, скорочення викидів вуглецю в атмосферу відповідно до вимог "зеленої" металургії і нульового рівня відходів.

Таким чином, сукупність відмінних ознак корисної моделі веде до досягнення зазначеного вище технічного результату. Застосування способу комплексної переробки металургійних шлаків ілюструється наступним прикладом конкретного здійснення.

Приклад здійснення корисної моделі.

Спосіб комплексної переробки відвальних металургійних сталеплавильних шлаків ПАО АМКР виконували у чотири стадії (фіг. 1, 2).

На першій стадії відвальний сталеплавильний шлак гранулометричного класу 0-10 мм з вмістом металевого заліза 11,5 % і загальним вмістом заліза 26,8 % в кількості 5,0 т/годину подавали у роторний млин спільно з цементним клінкером гранулометричного класу 0-10 мм в кількості 0,1 т/годину. Подрібнення і гравітаційну сепарацію суміші відвального сталеплавильного шлаку і цементного клінкеру у вихровому повітряно-мінеральному потоці здійснювали багаторазовим ударно-механічним впливом на матеріал, що подрібнюється; лінійна швидкість повітряного потоку через одиницю перерізу робочої камери млина - 0,5 м/сек.; лінійна швидкість обертання матеріалу, що подрібнюється, на периферії робочої камери млина складала 35 м/сек. Подрібнену зернисту суміш часточок металу і металовмісних мінералів видаляли через нижній випускний отвір млина, а помелену пиловидну усереднену суміш клінкеру і очищеного від металу і металовмісних мінералів шлаку виводили через верхній випускний отвір млина. Пиловидну усереднену суміш клінкеру і очищеного від металу і металовмісних мінералів шлаку подавали на гравітаційну сепарацію у повітряному циклоні. Важку фракцію повітряного циклона (піски) об'єднували з класом -0,5 мм подрібненої суміші шлаку і активатора і виділяли у проміжний продукт (промпродукт). Легку фракцію циклона виділяли у рукавному фільтрі і використовували як цемент марки М500. Подрібнену зернисту суміш часточок металу і металовмісних мінералів направляли на грохочення по класам 5 мм і

0,5 мм. Клас +5,0 мм направляли у металевий продукт, клас -5,0 мм +0,5 мм повертали на вхід роторного млина, а клас -0,5 мм об'єднували з важкою фракцією повітряного циклона і накопичували як промпродукт.

На другій стадії клас крупності -5,0 мм+0,5 мм першої стадії переробки в кількості 5,0 т/годину подавали у роторний млин. Подрібнення і гравітаційну сепарацію класу -5,0 мм+0,5 мм першої стадії переробки здійснювали у вихровому повітряно-мінеральному потоці багаторазовим ударно-механічним впливом на матеріал, що подрібнюється; лінійна швидкість повітряного потоку через одиницю перерізу робочого обсягу апарата - 0,5 м/сек; лінійна швидкість обертання матеріалу, що подрібнюється, на периферії робочої камери млина складала 35 м/сек. Подрібнену зернисту суміш часточок металу і металовмісних мінералів видаляли через нижній випускний отвір млина, а помелену пиловидну усереднену суміш клінкеру і очищеного від металу і металовмісних мінералів шлаку виводили через верхній випускний отвір млина. Пиловидну усереднену суміш клінкеру і очищеного від металу і металовмісних мінералів шлаку подавали на гравітаційну сепарацію у повітряному циклоні. Легку фракцію циклона виділяли у рукавному фільтрі, об'єднували з легкою фракцією циклона першої стадії і використовували як цемент марки М500. Подрібнену зернисту суміш часточок металу і металовмісних мінералів направляли на грохочення по класам 3,0 мм і 0,5 мм. Клас +3,0 мм направляли у металевий продукт, клас -3,0 мм +0,5 мм повертали на вхід роторного млина, а клас -0,5 мм об'єднували з промпродуктом першої стадії.

На третій стадії клас крупності -3,0 мм+0,5 мм другої стадії переробки в кількості 5,0 т/годину подавали у роторний млин. Подрібнення і гравітаційну сепарацію класу -3,0 мм+0,5 мм другої стадії переробки здійснювали у вихровому повітряно-мінеральному потоці багаторазовим ударно-механічним впливом на матеріал, що подрібнюється; лінійна швидкість повітряного потоку через одиницю перерізу робочого обсягу апарата - 0,5 м/сек; лінійна швидкість обертання матеріалу, що подрібнюється, на периферії робочої камери млина складала 35 м/сек. Подрібнену зернисту суміш часточок металу і металовмісних мінералів видаляли через нижній випускний отвір млина, а помелену пиловидну усереднену суміш клінкеру і очищеного від металу і металовмісних мінералів шлаку виводили через верхній випускний отвір млина. Пиловидну усереднену суміш клінкеру і очищеного від металу і металовмісних мінералів шлаку подавали на гравітаційну сепарацію у повітряному циклоні. Легку фракцію циклона виділяли у рукавному фільтрі, об'єднували з легкою фракцією циклона першої і другої стадій і використовували як цемент марки М500. Подрібнену зернисту суміш часточок металу і металовмісних мінералів направляли на грохочення по класу 0,5 мм. Клас +0,5 мм направляли у металевий продукт, клас -0,5 мм об'єднували з промпродуктом першої і другої стадій.

На четвертій стадії об'єднаний промпродукт 1-3 стадій сепарували у магнітному полі з індукцією 0,1-0,2 Тл. Магнітну фракцію використовували як залізовмісний концентрат, а немагнітну фракцію, складену металургійним склом і силікатами кальцію, об'єднували з усередненою сумішшю активатора і очищеного від металу і оксидів заліза шлаку і використовували як цемент марки М500.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб комплексної переробки металургійних шлаків, що включає здрібнювання відвального шлаку, класифікацію одержаного порошку та збагачення розкласифікованого матеріалу методом пневмосепарації при накладенні на комбінований процес відцентрового поля, який **відрізняється** тим, що здрібнювання відвального шлаку, класифікацію одержаного порошку та збагачення розкласифікованого матеріалу методом пневмосепарації при накладенні на комбінований процес відцентрового поля здійснюють спільно з активатором у пропорції, що визначається маркою цементу, усереднену переподрібнену суміш активатора і очищеного від металу і оксидів заліза шлаку використовують як активований шлакоцемент, подрібнену зернисту суміш часточок металу і металовмісних мінералів направляють на грохочення, надрешітний матеріал направляють у металевий продукт, а збагачений металовмісними мінералами підрешітний продукт, крупністю менше виділених металевих часточок, але більше часточок переподрібненої усередненої суміші очищеного шлаку і активатора, направляють на магнітну і гравітаційну сепарацію, магнітну важку фракцію використовують як металовмісний концентрат, а немагнітний легкий продукт з високим вмістом металургійного скла і силікатів кальцію об'єднують з переподрібненою усередненою сумішшю очищеного шлаку і активатора.

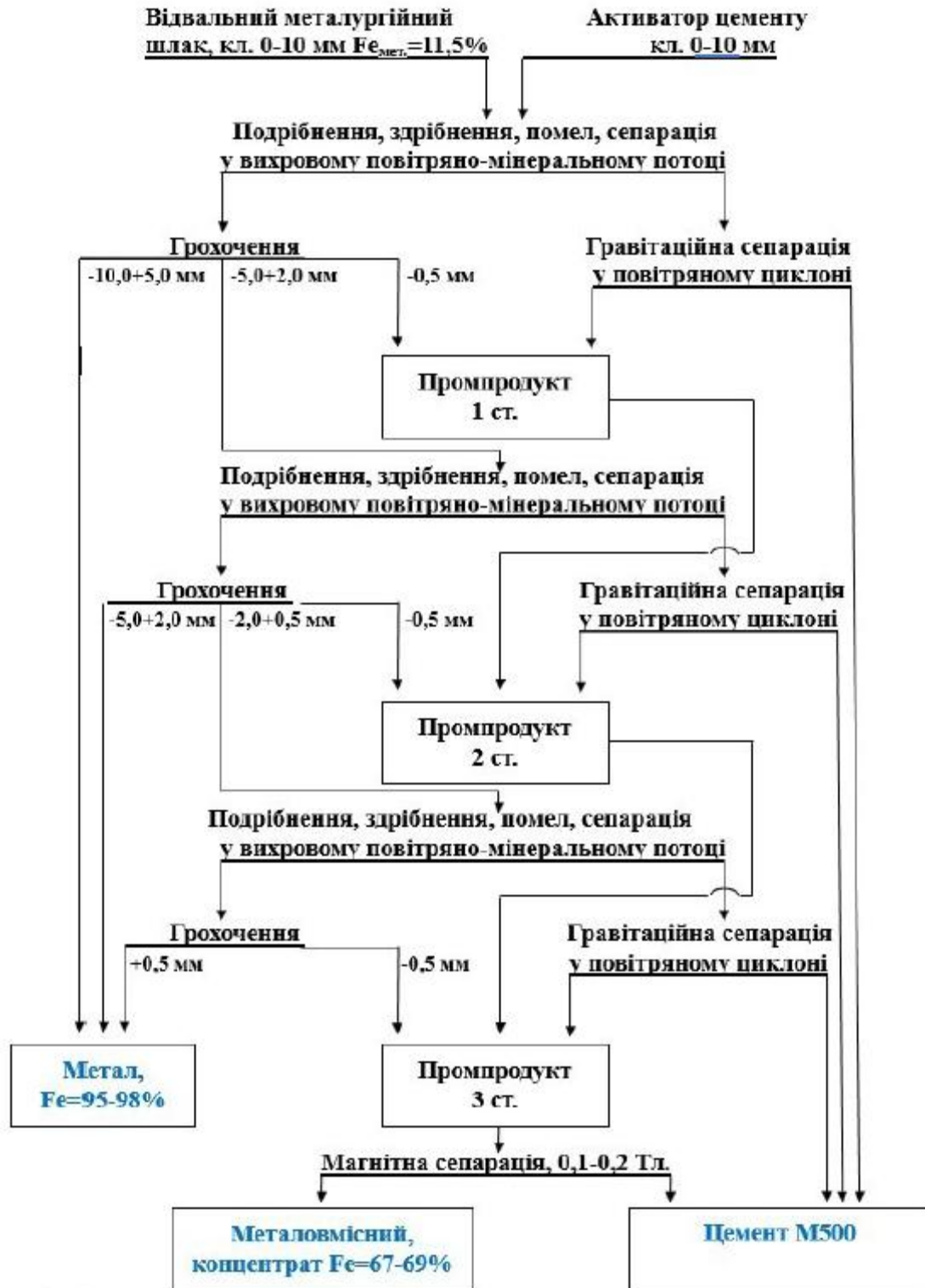


Fig. 1



Fig. 2