



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 55955

(13) C2

(51) МПК (2006)

C22B 1/14

C22B 1/16

C22B 1/24

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ АГЛОМЕРАЦІЇ РУД І КОНЦЕНТРАТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ДРІБНОДИСПЕРСНИХ ШЛАМІВ

1

(21) 2002086452

(22) 02.08.2002

(24) 17.04.2006

(46) 17.04.2006, Бюл. № 4, 2006 р.

(72) Носков Валентин Олександрович, Биков Леонід Всеволодович, Ожогін Володимир Володимирович, Лозовой Валерій Пантелеймонович, Левченко Валерій Іванович, Маймур Борис Микитович, Томаш Олександр Анатолійович, Семакова Вікторія Борисівна, Пефтієв Євген Ігоревич, Колос Віктор Петрович

(73) Приазовський державний технічний університет

2

(56) SU 1659504, 30.06.91, A1

SU 541879, 05.01.77, A1

(57) 1. Спосіб агломерації руд і концентратів з використанням дрібнодисперсних шламів, що включає огрудування агломераційної шихти, що містить дрібнодисперсний шлам, з наступним спіканням, який **відрізняється** тим, що шлам перед введенням в агломераційну шихту брикетують.2. Спосіб агломерації руд і концентратів з використанням дрібнодисперсних шламів за п. 1, який **відрізняється** тим, що шламові брикети дроблять до крупності 1,6-8,0 мм.

Винахід відноситься до металургії і може бути використаний при спіканні агломерату й утилізації дрібнодисперсних шламів в агломераційному виробництві.

Найбільш розповсюджений спосіб агломерації руд і концентратів з використанням дрібнодисперсних шламів включає попереднє огрудування агломераційної шихти з добавкою шламу без попередньої його підготовки з наступним спіканням [Вторинні матеріальні ресурси чорної металургії: довідник у 2-х т. — Т.2: Шлаки, шлами, відходи коксохімічної промисловості, залізний купорос/ В.П. Барішников, О.М. Горелов, Г.І. Попков та ін. — М.: Економіка, 1986. — 344 с.].

Звичайний спосіб агломерації руд і концентратів не дозволяє вирішити задачу, що стоїть перед винаходом, тому що через винятково високу дисперсність шламів їхнє введення в агломераційну шихту без попередньої підготовки приводить до істотного скорочення продуктивності агломераційних установок за рахунок зниження газопроникності шихти і погіршенню якості агломерату за рахунок збільшення кількості неспечених включень. Для ослаблення негативного впливу шламу на агломераційний процес його витрату в агломераційну шихту звичайно обмежують 120 - 190 кг/т агломерату.

Відомий спосіб агломерації руд і концентратів, що включає введення в агломераційну шихту 15 - 35% опечених залізорудних окатишів, огрудування шихти з наступним спіканням [А.С. СРСР № 1659504, кл. 3 21В1/16, 1991, БВ № 24].

Відомий спосіб агломерації збільшує продуктивність агломераційних машин за рахунок підвищення газопроникності агломераційної шихти, але не дозволяє цілком вирішити задачу, що стоїть перед винаходом, тому що не усуває негативного впливу дрібнодисперсного шламу на продуктивність агломераційних машин і якість агломерату. Витрата шламів в агломераційну шихту у відомому способі також обмежена. Крім того, збільшується вартість агломерату через застосування дорогих окатишів, готових до використання у доменному виробництві.

Найбільш близьким до винаходу відомим способом агломерації руд і концентратів, прототипом, є спосіб, що передбачає брикетування частини концентрату у валкових пресах, попереднє огрудування агломераційної шихти з наступним спіканням [Вегман Е.Ф. Теорія і технологія агломерації. — М.: Металургія, 1974. — 288с.].

Відомий спосіб агломерації також підвищує продуктивність агломераційних машин за рахунок підвищення газопроникності агломераційної шихти, але не дозволяє цілком вирішити задачу, що

(13) C2

(11) 55955

(19) UA

стоїть перед винаходом, тому що не усуває негативний вплив на продуктивність аглоустановок і якість агломерату найбільш дрібнодисперсного компоненту агломераційної шихти, шламу. Щоб уникнути зниження продуктивності агломашин витрату шламу необхідно обмежувати.

В основу винаходу поставлена задача створення способу агломерації руд і концентратів з використанням дрібнодисперсних шламів, у якому зміна порядку підготовки шламів до спікання дозволить підвищити газопроникність агломераційної шихти і за рахунок цього збільшити продуктивність агломераційних машин і якість агломерату, а також необмежено збільшити витрату шламів в агломераційну шихту.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі агломерації руд і концентратів з використанням дрібнодисперсних шламів, який включає попереднє огрудкування агломераційної шихти, що містить дрібнодисперсний шлам, з наступним спіканням, відповідно до винаходу шлам перед введенням в агломераційну шихту брикетують. Поставлена задача вирішується також тим, що шламові брикети дроблять до крупності 1,6 - 8,0 мм.

До складу агломераційної шихти входять наступні залізородні компоненти: агломераційна залізна руда крупністю до 10 мм; залізородний концентрат з розміром часток до 0,074 мм; повернення крупністю до 10 мм, відсів готового агломерату недостатньої крупності для завантаження в доменну піч і повернутий до складу агломераційної шихти; колошниковий пил до 2 мм; залізовмісний шлам з розміром часток до 0,05 мм; інші залізовмісні добавки.

Агломераційний процес заснований на фільтрації повітря через шар шихти. Високі продуктивність агломераційних машин і якість агломерату забезпечуються за рахунок високої газопроникності шару шихти, що спікається. Наявність в агломераційному шарі дрібних часток шламу, концентрату і колошникового пилу перешкоджає проходженню газів. Для підвищення газопроникності агломераційної шихти перед спіканням роблять її зволоження до 7 - 8 % й огрудкування в обертовому барабані - огрудкувачі. У ході процесу огрудкування дрібні частки накопчуються на поверхню великих та утворюють гранули діаметром 1 - 10 мм.

Відповідно до механізму огрудкування у складі агломераційної шихти виділяють центри огрудкування, частки крупніше 1,6 мм, на які накопчуються дрібні частки, фракцію менш 0,4 мм, що огрудковується, накопчується на поверхню гранул, і проміжну фракцію з розміром часток 0,4 - 1,6 мм, що приймає незначну участь у процесі огрудкування (В.І. Коротич. Основи теорії і технології підготовки сировини до доменної плавки. — М.: Металургія, 1978. — 208 с.). До центрів огрудкування відносяться залізна руда і повернення. Фракцію, що огрудковується, представляють шлам, концентрат, дрібні частки колошникового пилу. Зі збільшенням кількості центрів огрудкування у шихті якість огрудкування і газопроникність огрудкованної шихти зростає. Відповідно підвищується продуктивність агломераційних машин і якість агломерату. Фракція, що огрудковується, входить до складу гранул

тільки частково. Збільшення змісту часток, що огрудковуються, у складі шихти супроводжується підвищенням кількості неогрудкованого дріб'язку. Неогрудковані дрібні частки знижують газопроникність шару. Відповідно знижується продуктивність агломераційної машини. Через великий опір потік повітря рухається через шар, що спікається, з підвищеним змістом дрібних часток по окремих каналах. Області, де потік повітря недостатній, містять неспечені вclusions. Якість агломерату знижується. Найбільший опір проходженню газів робить шлам, що містить самі дрібні частки. Щоб уникнути значного зниження продуктивності агломашин і якості агломерату витрату шламу в агломераційну шихту звичайно обмежують 120 - 190 кг/т агломерату. Це скорочує можливості утилізації шламів, приводить до їхнього нагромадження в шламовідстійниках і вимагає додаткових площ для нових шламонакопичувачів.

Щоб виключити негативний вплив дрібнодисперсного шламу на показники агломераційного процесу можна перед огрудкуванням піддавати шлам холодному брикетуванню. У якості сполучного при виробництві брикетів доцільно використовувати вапно або вапняний пил, дрібнодисперсний продукт очистки газу вапняно-випарювальних печей. Це дозволить виключити зниження змісту заліза в офлюсованому агломераті через добавки сполучного, тому що вапно та вапняний пил є флюсом, введення якого до складу агломераційної шихти необхідно для досягнення заданого хімічного складу агломерату. Брикетувати шлам доцільно на найбільш продуктивних вальцювальних пресах. Однак можливе використання пресів інших конструкцій. Механічна міцність шламових брикетів для агломерації, достатня для їхнього транспортування до барабану огрудкувача і виконання функції центрів огрудкування, легко досягається вже при невеликих зусиллях пресування до 10 - 15 МПа (100 - 150 кг/см²). Брикетований шлам не тільки не знижує газопроникності шару, що спікається, але і виконує функцію додаткових центрів огрудкування, поліпшуючи якість огрудкування і підвищуючи газопроникність шару, що спікається. Збільшення кількості брикетованого шламу в агломераційній шихті буде сприяти підвищенню продуктивності агломераційних машин і якості агломерату. Це дозволить збільшити витрату шламу в аглошахту понад 120 - 190 кг/т агломерат. Можливе спікання агломерату з високою продуктивністю із шихти, що на 100% складається із брикетованого шламу. Таким чином, брикетування шламу перед огрудкуванням вирішує задачу, що стоїть перед винаходом.

Звичайно на вальцювальних пресах одержують відносно великі брикети, 12 - 40 мм. У той же час дуже великі частки з розміром більш 8 мм формують надмірно великі гранули, що не прогріваються і не спікаються при агломерації. Це приводить до зниження якості агломерату і збільшенню кількості повернення з частками дрібніше 10 мм. Виробництво придатного агломерату з крупнішої шматків більш 10 мм, призначеного для завантаження в доменну піч, зменшується. У таблиці 1 описаний вплив введення часток шламового криштива на розвиток процесу спікання агломерату.

Таблиця 1

Вплив часток різної крупності в складі агломераційної шихти на показники процесу спікання агломерату

Крупність часток, мм		
менш 1,6мм (не брикетований шлам)	1,6 - 8,0мм (шламові брикетне кришиво)	більш 8,0мм (великі недроблені брикети)
Частки не є центрами огрудкування. Значна їхня частина не огрудковується і залишається в агломераційній шихті, знижуючи її газопроникність. Повітря та інші гази проходять по окремих каналах. Продуктивність агломераційної машини і якість агломерату знижуються.	Частки є центрами огрудкування. Дрібні частки накочуються на їхню поверхню, утворюючи гранули. Газопроникність шару, що спікається збільшується. Якість агломерату і продуктивність агломераційних машин зростають.	Є центрами огрудкування надмірно великих гранул, що не прогриваються і не спікаються під час агломерації. Сприяють зниженню якості агломерату, збільшенню виходу повернення і зниженню виходу придатного агломерату.

Таким чином, застосування шламових брикетів крупніше 8мм і дрібніше 1,6мм не дозволяє цілком вирішити задачу, що стоїть перед винаходом. Тому великі брикети розміром 12 - 40мм необхідно дробити перед введенням в агломераційну шихту до 1,6 - 8мм. Уведення до складу агломераційної шихти брикетного кришива крупністю 1,6 - 8,0мм дозволяє цілком вирішити задачу, що стоїть перед винаходом.

Одержати брикетне кришиво з розміром часток 1,6 - 8,0мм можна без застосування дроблення при виробництві брикетів необхідного розміру, їх можна робити шляхом пресування зі шламу дрібних таблеток, наприклад 6-6,2мм. Однак зі зменшенням розмірів брикетів скорочується продуктивність вальцювого пресу. Можливо також протискування шламової суміші через фільтри з діаметром отворів 3 - 5мм. При цьому одержують брикети у виді тонкої соломки, після підсушування легко ламкої поперек при перевантаженнях, змішуванні й огрудкуванні.

Спосіб агломерації руд і концентратів з використанням брикетованих дрібнодисперсних шламів був реалізований у лабораторних умовах в агломераційній чаші ємністю 5кг аглошихти. До складу шихти в кожнім експерименті вводили 5,58% палива (дрібного коксу крупністю менш 3мм), 14,96% флюсу (сирого вапняку), 22,32% повернення, 12,05% агломераційної руди, 28,57 - 37,05% концентрату, 8,04 - 16,52% шламу. У роз-

рахунку на 1т агломерату витрата шламу складала 89 - 185кг. Шихтові матеріали в заданих пропорціях ретельно перемішували совком, воложили (витрата води 6,7% від маси шихти) і огрудковували у лабораторному огрудкувачі. Огрудковану шихту завантажували в агломераційну чашу. Висота шару складала 250мм. Розрідження у вакуум-камері 10кПа. Умови спікання були близькими до промислових. Шлам до складу агломераційної шихти в різних експериментах вводили без попередньої підготовки, у виді брикетного кришива крупністю менш 8мм і у виді соломки діаметром 4мм. Брикетування шламу здійснювали у циліндричній пресформі з плоскими штемпелями на ручному гвинтовому пресі з зусиллям 35 - 40МПа (350 - 400кг/см²). У якості сполучного використовували гидратирований вапняний пил у кількості 17 - 20% від маси брикету. У суміш шламу з вапняним пилом перед пресуванням додавали 16% води для поліпшення умов брикетування. Брикети циліндричної форми висотою і діаметром 30мм сушили при температурі 300°C протягом 30 хв. у сушильній шафі. Брикети дробилися до крупності менш 8мм у шоківій дробарці. Виготовлення соломки робили протискуванням тієї ж шихтової суміші через фільтр з діаметром отворів 4мм із наступним сушінням протягом 20 хв. у сушильній шафі при температурі 300°C. Результати спікань приведені в табл. 2.

Таблиця 2

Результати спікання агломерату в агломераційній чаші при різних способах підготовки шламу, що вводиться в шихту

Показник	№ експерименту				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
Витрата шламу, кг/т агломерату: непідготовленого	89	185	89	-	51
кришива – 8мм	-	-	96	185	-
соломки діаметром 4мм	-	-	-	-	134
Зміст гранул діаметром менш 1мм в огрудкованій шихті, %	3,35	6,14	0,59	0,38	1,17
Тривалість спікання, хв..	9,0	12,5	7,5	6,5	7,0

1	2	3	4	5	6
Вихід придатного агломерату, + 10мм, %	68,75	61,25	80,28	82,50	75,52
Барабанна проба + 5мм, %	57,58	51,52	69,29	72,72	70,43
Продуктивність агломераційної установ- ки:					
питома, т/(м ² ·ч)	1,094	0,693	1,668	1,796	1,720
відносна, %	100	63,4	152,5	164,2	157,2
	(157,8)	(100)	(240,7)	(259,0)	(248,1)

Збільшення витрати непідготовленого шламу (експеримент № 2) у 2 рази в порівнянні з базовим спіканням (експеримент № 1) супроводжується зниженням продуктивності агломераційної установки на 36,6% і механічної міцності агломерату. Про зниження міцності агломерату свідчить зменшення виходу придатного агломерату і показника барабанної проби, виходу фракції агломерату + 5мм після руйнування у барабані. Уведення шламу в агломераційну шихту у виді кришива (експеримент № 3 і 4) та у виді соломки (експеримент № 5) навпроти супроводжується збільшенням продуктивності агломераційної установки на 52,5 - 64,2%. При рівній витраті непідготовленого і брикетованого шламу, 185кг/т агломерату, (порівняння експериментів № 3 - 5 з експериментом № 2) продуктивність агломераційної установки збільшується в 2,5 рази. Також збільшується механічна міцність агломерату. Зменшення змісту фракції менш 1мм в огрудкованій перед спіканням агломераційній шихті з 3,35 - 6,14% до 0,35 - 1,17% після введення в її склад шламового кришива або шламової соломки свідчить про збільшення якості огрудкування і підвищення газопроникності агломераційної шихти. Зі збільшенням витрати брикетованого шламу продуктивність агломераційної установки і міцність агломерату зростають. Таким чином, можливо будь-яке збільшення витрати брикетованого шламу в агломераційну шихту без зниження продуктивності аглофабрики.

Виробництво агломерату з введенням в агломераційну шихту брикетованого шламу у виробничих умовах ілюструється схемою (фіг.1 - усереднювальний склад; 2 - відділення випалу вапняку; 3 - дозування шламу і вапна або вапняного пилу; 4 - змішувач шламу і вапна або вапняного пилу; 5 - брикетний прес для пресування шламових брикетів; 6 - сушіння брикетів; 7 - шокова дробарка шламових брикетів; 8 - сито; 9 - чотирьохвалкова дробарка палива; 10 - молоткова дробарка вапняку; 11 - дозувальне відділення; 12 - барабан змішувач; 13 - барабан огрудкувач; 14 - агломераційна конвеєрна машина; 15 - валкова дробарка агломерату.

У промислових умовах виробництво агломерату з введенням в агломераційну шихту брикетованого шламу здійснюють у такий спосіб. У складі аглофабрики будують нову ділянку, що включає дозування 3 і змішувач 4 шламу й сполучного, вальцювий прес 5, прохідне сушило 6 і дробарку 7, шокову чи іншої відомої конструкції. Аглоруду, концентрат і залізовмісні добавки подають на усереднювальний склад 1, де усереднюють у штабелі. З відділення випалу вапняку 2 у штабель залі-

зорудних матеріалів подають вапно або вапняний пил. Усереднену залізородну шихту з добавкою вапна з усереднювального складу стрічковим конвеєром передають у дозувальне відділення 11. Паливо, коксик дрібніше 25мм чи антрацитовий штаб, дроблять на чотирьохвалковій дробарці 9 до крупності менш 3 мм. Дроблене паливо подають у дозувальне відділення 11. Флюс, сирий вапняк, дроблять у молотковій дробарці 10 до крупності менш 3мм. Дроблений вапняк розсівають на ситі 8 і частки крупніше 3мм направляють на повторне дроблення. Вапняк менш 3мм подають у дозувальне відділення 11. Шлам і вапняний пил або вапно подають у нове відділення брикетування шламу 3 - 8. Шлам і вапняний пил надходять у бункери дозування 3. У заданих пропорціях їх подають збірним конвеєром у малий барабан змішувач 4. Шламову суміш воложать і подають на прес 5. Шламові брикети сушать у прохідному сушилі 6 при температурі 200 - 300°C і дроблять до крупності менш 8мм у дробарці 7. Після дроблення брикетне кришиво розсівають на ситі 8. Фракцію крупніше 8мм подають на повторне дроблення. Частки дрібніше 1мм брикетують повторно. Кришиво крупністю 1 - 8мм конвеєром подають у дозувальне відділення 11. Витрата сирого вапняку у дозувальному відділенні знижують з урахуванням введення додаткового флюсу зі шламом. У дозувальному відділенні 11 компоненти агломераційної шихти дозують у заданих пропорціях на збірний конвеєр і подають до барабана змішувача 12. Змішану шихту похилим конвеєром транспортують до барабана огрудкувача 13, де шихту воложать і огрудковують, одержуючи гранули діаметром 1 - 10мм. Шламове кришиво у складі агломераційної шихти, що виконує роль центрів огрудкування, поліпшує якість огрудкування і збільшує її газопроникність. Огрудковану шихту подають на агломераційну конвеєрну машину 14 й спікають. За рахунок підвищення газопроникності спікаємого шару продуктивність агломераційних машин значно збільшується. Готовий агломерат вивантажують з агломашини, дроблять на одновалковій дробарці 15 і розсівають на ситі 8. Агломерат крупніше 10мм подають у доменний цех. Повернення крупністю менш 10мм подають у дозувальне відділення для повторного введення в аглошихту. У новому відділенні брикетування шламу замість брикетного преса 5 може бути встановлений стрічково-вакуумний прес, на якому роблять соломку протискуванням через фільєру вапняно-шламової суміші. У цьому випадку зі складу відділення виключають дробарку 7 і сито 8. Шламову соломку направляють у дозувальне відділення 11. У нове відділення брикетуван-

ня 3 - 8 поряд зі шламом при невеликій його витраті можуть подавати частину концентрату. Попереднє брикетування частини концентрату також сприяє значному збільшенню продуктивності аглофабрики. При перебоях постачань сировини на металургійний завод аглофабрика з ділянкою брикетування шламу може працювати з високою продуктивністю на шихті, яка на 100% складається зі шламу.

Економічну ефективність запропонованого заходу оцінювали для умов аглофабрики продуктивністю 1,6 млн. т агломерату на рік, що частково забезпечує сировиною доменний цех. Відповідно до табл. 2 прийнято, що за рахунок застосування брикетування витрату шламу збільшили з 89 до 185кг/т агломерату. При визначенні збільшення продуктивності аглофабрики в промислових умовах прийнятий понижуючий коефіцієнт $K = 0,5$, у порівнянні з лабораторними даними. Очікуване збільшення продуктивності аглофабрики складе

$$(164,2 - 100) \cdot 0,5 = 32,1\%$$

Річна продуктивність аглофабрики в нових умовах складе

$$[(100 + 32,1)/100] \cdot 1,6 = 2,1 \text{ млн. т}$$

Економія за рахунок умовно постійних витрат

5,40 - 5,40 · 100/(100 + 32,1) = 1,31 грн./т агломерату,

де 5,40 - умовно постійні витрати при виробництві агломерату, грн./т.

Зниження вартості агломерату за рахунок заміни концентрату шламом

$$0,001 \cdot (185 - 89) \cdot [(50/64) \cdot 80 - 6] = 5,42 \text{ грн./т агломерату,}$$

де 50 і 64 - зміст заліза у шламі і концентраті, %;

$$80 \text{ і } 6 - \text{вартість 1т концентрату і шламу, грн./т.}$$

Додаткові витрати на брикетування шламу складають 32 грн./т кришви

$$0,001 \cdot 32 \cdot 185 = 5,92 \text{ грн./т агломерату}$$

Зменшення вартості 1т агломерату

$$1,31 + 5,42 - 5,92 = 0,81 \text{ грн./т агломерату}$$

Річна економія за рахунок зниження вартості агломерату

$$0,81 \cdot 2,1 = 1,7 \text{ млн.}$$

Річна економія за рахунок заміни привізної сировини агломератом свого виробництва

$$(125 - 100) \cdot (2,1 - 1,6) = 12,5 \text{ млн. грн.,}$$

де 125 і 100 - вартість 1т привізної сировини й агломерату свого виробництва, грн./т.

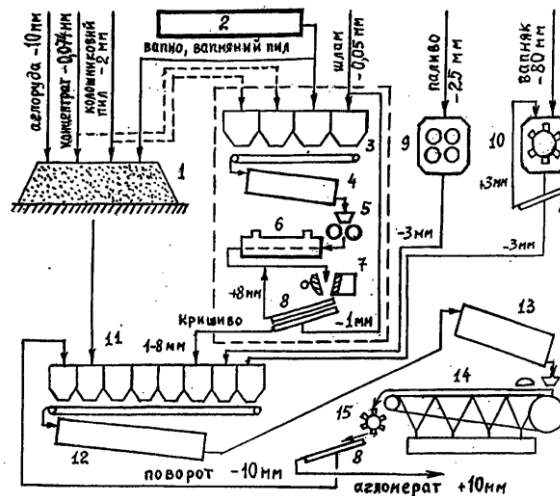
Додаткові капітальні витрати на будівництво ділянки брикетування орієнтовно оцінюються у 9 млн грн. Річний економічний ефект складе

$$1,7 + 12,5 - 0,15 \cdot 9 = 12,85 \text{ млн. грн.,}$$

де 0,15 - нормативний коефіцієнт E_n .

Термін окупності витрат

$$9/(1,7 + 12,5) = 0,63 \text{ року (8 місяців).}$$



Фіг.