



УКРАЇНА

(19) UA (11) 89443 (13) C2

(51) МПК (2009)

C22B 1/243 (2009.01)

C22B 1/242 (2009.01)

C22B 1/24 (2009.01)

C22B 1/14

C22B 1/00

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

(54) СПОСІБ ФРАКЦІОНУВАННЯ ШЛАМІВ

1

(21) a200806301

(22) 13.05.2008

(24) 25.01.2010

(46) 25.01.2010, Бюл.№ 2, 2010 р.

(72) ОЖОГІН ВОЛОДИМИР ВОЛОДИМИРОВИЧ,
КЛИМАНЧУК ВЛАДИСЛАВ ВЛАДИСЛАВОВИЧ,
СТРУТИНСЬКИЙ В'ЯЧЕСЛАВ АНАТОЛІЙОВИЧ,
СИРОТА ВОЛОДИМИР ІЛЛІЧ, РОГОВ ЛЕОНІД
МИКОЛАЙОВИЧ, ЛАТИШКО ГРИГОРІЙ ІВАНОВИЧ,
ФОРМАН АНДРІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, КРИВЕНКО
СЕРГІЙ ВІКТОРОВИЧ, ЧЕРНОВА СВІТЛАНА
ГЕННАДІЇВНА, СКЛЯР МИХАЙЛО ЮРІЙОВИЧ,
КОВАЛЕВСЬКИЙ ОЛЕКСІЙ ІГОРЕВИЧ(73) ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "МА-
РІУПОЛЬСЬКИЙ МЕТАЛУРГІЙНИЙ КОМБІНАТ ІМ.
ІЛЛІЧА"

(56) UA, 30 581, A, 15.12.2000

UA, 55 955, A, 15.04.2003

UA, 78 896, C2, 25.04.2007

DE, 3 139 375, A1, 14.04.1983

2

CS, 261 704, B1, 02.01.1990

EP, 1 541 700, A1, 15.06.2005

JP, 62-027527, A, 02.05.1987

Верман Е.Ф. Теория и технология агломерации.-
М.: Металлургия, 1974.- С.29-59Кухарь А.С., Мартыненко В.А. и др. Производство
и качество агломерата. – М.: Металлургия, 1977. –
С. 52-70(57) 1. Спосіб фракціонування шламу, що включає
згрудкування шламу з наступним його сушінням і
дробленням на визначений фракційний розмір,
який **відрізняється** тим, що шлам згрудковують у
суміші з вапняними матеріалами, а перед дроб-
ленням одержану суміш витримують у природних
умовах протягом 1-2 місяців.2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що ви-
трату вапняних матеріалів приймають у кількості
10-15 мас. % від загальної маси суміші, а вологість
суміші встановлюють на рівні 15-30 мас. %.

Винахід належить до чорної металургії й може
бути застосований для попереднього гранулю-
вання здрібнених матеріалів, сировини або
відходів, призначених до подальшої обробки, зок-
рема, агломерацією.

Відомий спосіб одержання гранул огрудкуван-
ням, який полягає в тому, що тонкоподрібнена
металургійна сировина - концентрат, шлам у воло-
гому виді огрудковують обкочуванням у барабані
або чашових огрудковувачах до фракції 1,6-9,5мм,
або до розмірів рисового зерна, а потім направля-
ють на агломерацію [1, с. 6, 8]. Уведення гранул в
аглошихту поліпшує її газопроникність, дозволяє
підвищити продуктивність аглоустановки й міцність
агломерату.

Недоліком відомого способу є мала міцність
гранул і неефективне обкочування фракцій, що
погано огрудковуються 1,6-0,074мм або фракцій,

що надмірно спіпаються, з розміром менш 0,05мм,
утворюють не спікливі включення.

Відомий спосіб одержання гранул шляхом
дроблення великих шматків матеріалу, наприклад,
сталеплавильних шлаків до фракції менш 8-9,5мм,
або відсіювання бою окатишів фракцією менш
6,3мм і введення їх в аглошихту [1, с. 6, 12].

Уведення дроблених конвертерних шлаків
фракції менш 9,5мм у кількості до 12% від маси
шихти поліпшує газопроникність шихти, і слугує
каркасом, що дозволяє збільшити висоту шару, що
опікають й продуктивність агломаши.

До недоліків відомого способу належить
дефіцит необхідного матеріалу потрібної якості
або низький вміст у ньому корисних компонентів
при підвищеному включенні шкідливих і баласто-
вих домішок.

(13) C2

(11) 89443

(19) UA

Найбільш близьким до винаходу відомим способом є спосіб одержання гранул з тонкоподрібненого матеріалу, що включає згрудкування шламів з наступним їхнім сушінням і дробленням [2].

Спосіб високопродуктивний, практично не залежить від розміру фракції дрібного матеріалу, дає гранули необхідної міцності. Однак такий спосіб вимагає значних капітальних витрат і ускладнює процес підготовки аглошхити, що призводить до підвищення собівартості агломерату.

В основу винаходу поставлена задача розробки високоефективного способу одержання гранул, у якому за рахунок застосування нових умов обробки забезпечується потрібний розмір гранул і їхня міцність, достатня для подальшого використання таких гранул як центри огрудкування аглошхити.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі фракціонування шламів, що включає згрудкування шламів з наступним їх сушінням і дробленням на визначений фракційний розмір, відповідно до винаходу, згрудкування шламів роблять змішуванням їх з вапняними матеріалами, а перед дробленням отриману суміш витримують у природних умовах протягом 1-2 місяців.

Причому витрату вапняних матеріалів приймають у кількості 10-15 мас. % від загальної маси суміші, а вологість суміші встановлюють на рівні 15-30%.

Процес зміцнення матеріалу витримкою полягає в наступному. При змішуванні перемелених шламів з вапняними матеріалами й наступним їх гасінням відбувається злипання часток і утворення грудок, що супроводжується ущільненням. Ущільнення відбувається за рахунок зближення часток під дією сил поверхневого натягу води, що втримується в суміші.

У процесі видалення вологи здійснюється зближення часток і подальше ущільнення суміші. При зближенні часток відбувається посилення дії сил аутогезії, що проявляються на малих відстанях і сприяють зміцненню.

У міру видалення води із суміші в процесі сушіння відбувається кристалізація розчинених у воді речовин, які міцно скріплюють частки, зокрема, здійснюється кристалізація портландиту.

Потім одержують розвиток природні процеси зміцнення шламово-вапнякової суміші шляхом утворення більш міцного вторинного вапняку внаслідок поглинання гашеним вапном вуглекислого газу, що міститься в повітрі.

Тривале вилежування масиву вапнованого шламу дозволяє одержати міцний кусковий матеріал, що після дроблення до потрібних фракцій, за розсівом гранул не поступається брикетному кришви, що отримують по способу, зазначеному в найближчому аналогу. Міцність такого матеріалу виявляється достатньою для його використання в якості центрів огрудкування при агломерації.

На міцність готових гранул впливають наступні фактори.

1. Властивості сировини (вид матеріалу, фракційний склад, якість в'язучого).

2. Кількість в'язучого.

3. Якість підготовки (змішування) шихти.

4. Вологість підготовленої суміші.

5. Особливості укладання шихти (товщина й стан поверхні шару, наявність дренажу).

6. Особливості зміцнення вилежуванням (температура й вологість навколишнього середовища, наявність опадів).

7. Тривалість зміцнення вилежуванням.

8. Умови дроблення.

При цьому факторами, що визначають спосіб фракціонування шламів, є: компонентний склад (масове співвідношення гранульованого компонента й в'язучого), вологість суміші й тривалість її зміцнення витримкою (вилежуванням).

Одержання гранул повинне відбуватися з урахуванням наступних умов.

1. Оптимальний розмір гранул повинен складати 1,6-6,0 мм. Вибір нижчої межі крупності пояснюється тим, що при огрудкуванні аглошхити активну роль зародків грають частки більше 1,6 мм. Верхня межа крупності гранул визначається умовами прогріву й плавлення й становить 5-6 мм. Фракції більшої крупності гірше прогриваються й погано спікаються [3, с. 41]. Для легкоплавких шламів верхній розмір гранул може бути підвищений до 8 мм.

2. Наявність гранул крупністю менш 1,6 мм у складі придатного припустима, тому що це істотно спрощує й здешевлює технологію, підвищує пропускну здатність установки, а шлам, що пройшов стадію зміцнення, має більш щільну структуру й краще спікається [3, с. 44].

3. Міцність сухих гранул фракції 5 мм на роздавлювання з урахуванням зниження їхньої міцності при зволоженні в процесі огрудкування повинна становити 5Н (руйнувальне навантаження, г-сили) і більше [4, с. 67].

Для підтвердження істотності обраних ознак виконане дослідження їхнього впливу на технічний результат у виробничих умовах.

У якості матеріалу, що згрудковують обраний тонкий сталеплавильний шлам, що підлягає утилізації, а в якості в'язучого - вапно. Можуть бути використані й інші вапняні матеріали - відсів вапняку, вапняний пил газоочищення випалювальних печей, а також вапняні шлами хімводоочистки.

Компоненти змішували в обраних масових співвідношеннях, зволожували й зміцнювали вилежуванням для визначення оптимальних умов одержання гранул.

Зміцнення вапнованого шламу витримкою (вилежуванням) проводили на відкритій площадці в природних умовах у літній період при середньодобовій температурі 20°C протягом 3-х місяців. За ходом процесу через 0,5 міс., 1 міс., 2 міс. і 3 міс., робили відбір проб, їхнє дроблення й випробування гранул фракції 5 мм на роздавлювання.

Як альтернативний варіант для усунення залежності зміцнення від сезонного характеру робіт здійснювали інтенсивне сушіння суміші протягом 0,5 г при температурі 250°C, що забезпечує вологість 3,5%.

Для одержання гранул зміцнений матеріал дробили в шокових дробарках у двоступінчастому «щадливому» режимі з відсіванням придатних

фракцій на першому щаблі. Отримані результати представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Трьохфакторна матриця залежності міцності гранул фракції 5мм від змісту сполучного, вологості суміші й тривалості її зміцнення, Н (г-сили)

Тривалість зміцнення, міс.	Вміст вапна, маси %	Вологість суміші, %мас					
		10	15	20	25	30	35
0,5	5	0,1	0,4	1,0	1,9	2,2	2,6
	10	0,3	1,5	2,0	3,0	3,7	4,0
	15	0,6	2,2	2,9	3,7	4,2	4,5
	20	0,8	3,0	3,7	4,2	4,7	4,9
1,0	5	<u>0,2</u>	<u>0,5</u>	<u>1,1</u>	<u>2,1</u>	<u>2,7</u>	<u>3,2</u>
	10	1,6	5,0	7,9	9,9	11,0	11,5
	15	1,9	7,2	10,5	12,7	13,6	14,2
	20	2,0	<u>8,1</u>	<u>12,3</u>	<u>14,5</u>	<u>14,6</u>	<u>15,7</u>
2,0	5	<u>0,4</u>	<u>0,8</u>	<u>1,4</u>	<u>2,7</u>	<u>3,5</u>	<u>4,2</u>
	10	2,2	12,4	15,8	18,0	19,3	19,7
	15	3,0	15,0	19,5	21,8	23,0	23,9
	20	3,7	<u>16,0</u>	<u>20,0</u>	<u>22,3</u>	<u>24,1</u>	<u>25,0</u>
3,0	5	0,5	0,9	1,6	2,9	3,9	4,7
	10	2,5	13,0	17,2	20,0	21,5	22,2
	15	4,0	16,0	20,2	22,4	24,1	24,8
	20	4,8	17,2	20,5	23,6	25,0	25,6

Для зручності аналізу в табл. 1 виділені наступні значення міцності гранул: курсивом - для недостатньої або надлишкової тривалості зміцнення;

в іншому масиві підкреслені значення з недостатньою або надлишковою кількістю в'язучого; у масиві, що залишився, звичайним шрифтом позначені значення міцності гранул з недостатньою

або надлишковою вологістю суміші; петитом виділені значення міцності гранул, відповідні цілі винаходу.

У табл. 2-4, що складено за даними табл. 1, представлений вплив тривалості витримки, кількості в'язучого й вологості суміші на міцність гранул.

Таблиця 2

Вплив тривалості витримки на міцність гранул

Тривалість витримки, мес.		
менш 1	від 1 до 2	більше 2
Гранули мають недостатню міцність на роздавлювання 0,1-4,9 Н, що нижче заданої міцності, що становить 5 Н і більше. При дробленні має місце забивання дробарки. Висновок. Ціль винаходу не досягається.	Більша частина гранул має міцність на роздавлювання 5,0-23,0 Н, що перевищує задану міцність 5 Н і більше. Висновок. Ціль винаходу досягнута.	Через тривалу витримку продуктивність способу різко падає. При цьому більшість гранул мають підвищену міцність 13,0-25,6 Н, що надлишкове для проведення нормального спікання. Висновок. Ціль винаходу не досягається.

Таблиця 3

Вплив добавок вапна на міцність і вихід гранул

Кількість добавок вапна, %		
менш 10	від 10 до 15	більше 15
Гранули мають недостатню міцність на роздавлювання 0,2-4,2 Н, що нижче заданої міцності, що становить 5 Н и більше. Висновок. Ціль винаходу не досягається.	Більшість гранул мають міцність на роздавлювання 5,0-23,0 Н, що перевищує задану міцність 5 Н и більше. Висновок. Ціль винаходу досягнута.	Зміст вапна в гранулах завищено, що приводить до зниження споживання шламу, росту основності агломерату й витрат на вапно. Більшість гранул мають завищену міцність на роздавлювання 8,1-25,0 Н. Висновок. Ціль винаходу не досягається.

Таблиця 4

Вплив вологості суміші на міцність і вихід гранул

Вологість суміші, %		
менш 15	від 15 до 30	більше 30
Гранули мають недостатню міцність на роздавлювання 1,6-3,7 Н, що нижче заданої міцності, що становить 5 Н и більше. Висновок. Ціль винаходу не досягається.	Всі гранули мають міцність на роздавлювання 5,0-23,0 Н, що перевищує задану міцність, складову 5 Н. Висновок. Ціль винаходу досягнута.	Надлишкова вологість приводить до подовження сушіння, погіршенню змішування й укладання. При цьому більшість гранул мають практично ту ж міцність на роздавлювання 11,5-23,9 Н, що й при вологості суміші 15-30 %. Висновок. Ціль винаходу не досягається.

Таким чином, тривалість сушіння 1-2міс., добавка вапняних матеріалів у кількості 10-15мас. % при вологості суміші 15-30мас. % дозволяє повністю вирішити завдання, поставлене в дійсному винаході. При цих умовах гранули мають міцність 5,0-23,0 Н, що відповідає заданій міцності 5Н и більше.

Для перевірки якості гранул, одержуваних по пропонуваному способу при обраних граничних умовах їхнього одержання, були проведені дослідження якості розсіву гранул і ефективності їхнього використання, див. табл. 5.

Таблиця 5

Порівняння якості гранул і ефективності їхнього використання при різних умовах фракціонування

Показник	Ед. изм.	№ досвіду					
		1	2	3	4	5	6
Зміст вапна	мас. %	15	15	10	10	15	15
Вологість суміші	мас. %	14	15	15	30	15	30
Тривалість сушіння	мес.	-	-	1	1	2	2
Фракція гранул, мм							
8-5	%	19,0	16,4	14,6	15,8	17,9	18,6
5-3	%	34,8	16,9	16,2	17,0	18,9	20,3
3-1,6	%	19,1	21,8	22,9	22,6	22,7	22,5
менш 1,6	%	27,1	44,9	46,3	44,6	40,5	38,6
Разом	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Середній розмір гранул	мм	3,3	2,6	2,5	2,6	2,7	2,8
Міцність гранул фр. 5мм	Н, г-с	35	12	5	11	15	23
Приріст продуктивності аглоустановки від уведення 1 кг гранул	%	0,28	0,12	0,06	0,11	0,15	0,18

При цьому дослід № 1 відповідає умовам найближчого аналога, дослід № 2 - варіанту фракціонування з інтенсивним сушінням до вологості 3,5 мас.%, дослід № 3-6 - варіантам фракціонування із граничними рівнями тривалості природного сушіння, вологості суміші й змісту вапна.

Зіставлення розсівів кришива, отриманого за різними варіантами, показує, що кращий розсів, міцність і продуктивність дає кришиво з висушених брикетів. Кришиво із фракціонованих шламів інтенсивного сушіння має трохи гірші характеристики через незавершеність процесів карбонізації, однак і вони задовольняють пропоновані вимоги за міцністю.

Кришиво із фракціонованих шламів природного сушіння має близькі характеристики. При цьому всі гранули дають стійкий приріст продуктивності аглоустановки при мінімальних витратах на одержання гранул по пропонованому способу.

Виходячи з результатів проведених досліджень, спосіб виготовлення гранул фракціонування здійснюють таким чином.

Тонкий сталеплавильний шлам витягають зі шламонакопичувача або відстійників, пошарово з вапняними матеріалами укладають на площадку, перемішують грейфером і витримують суміш до повного проведення реакцій гідратації, видалення надлишків води й карбонізації. Після витримки, що у літній період триває 1-2 міс., суміш витягають і дроблять до фракції менш 8мм.

Режим дроблення повинен бути щадливим, за можливістю багатоступінчастим, з невеликим коефіцієнтом здрібнювання на кожному щаблі й постійному відсіванні придатної фракції, що підвищує її вихід. Для цих цілей підходять дезінтегратори типу білячого колеса з невеликою швидкістю обертання.

Випадання опадів знижує міцність, однак істотно не впливає на кінцеву міцність гранул, тому що вапно погано розчиняється у воді. Після продовження сушіння міцність масиву в більшій частині відновлюється.

Очікувана економія в споживача при одержанні гранул по пропонованому способу складе більше 112грн на 1т гранул.

Джерела інформації:

1. Савицкая Л.И. Использование железосодержащих отходов при окучивании руд: Обзорная информация. Серия «Подготовка сырьевых материалов к металлургическому переделу и производство чугуна». - М.: Ин-т «Черметинформация», 1984. - Вып. 5. - 27 с.

2. Пат. 55955 А Україна. МПК C22B1/00 Спосіб агломерації руд і концентратів з використанням дрібнодисперсних шламів. / В.А. Носков, Л.В. Биков, В.В. Ожогін та ін. - Заявка № 20022086452; Заявл. 22.08.02; Опубл. 15.04.03. - Бюл. № 4. -2003.

3. Вегман Е.Ф. Теория и технология агломерации. - М.: Металлургия.- 1989-496с.

4. Производство и качество агломерата. / А.С. Кухарь, В.А. Мартыненко, В.П. Шевченко. - М.: Металлургия, 1977. - 160 с.