



УКРАЇНА

(19) UA (11) 82834 (13) C2

(51) МПК (2006)

C22B 1/14

C22B 1/24 (2007.01)

C22B 1/243 (2007.01)

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

(54) СПОСІБ УЩІЛЬНЕННЯ ТОНКОДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ

1

2

(21) 20040605151

(22) 29.06.2004

(24) 26.05.2008

(46) 26.05.2008, Бюл. № 10, 2008 р.

(72) ОЖОПН ВОЛОДИМИР ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA, ВАСЬКЕВИЧ МИХАЙЛО ЯКОВЛЕВИЧ, UA, ТОМАШ ОЛЕКСАНДР АНАТОЛІЙОВИЧ, UA, ЧЕРНОВА СВІТЛАНА ГЕНАДІЄВНА, UA, ЛЕВЧЕНКО ВАЛЕРІЙ ІВАНОВИЧ, UA, НОСОЧЕНКО ОЛЕГ ВАСИЛЬОВИЧ, UA, ЛОЗОВИЙ ВАЛЕРІЙ ПАНТЕЛЕЙМОНОВИЧ, UA, ДЕРЕВСКИЙ ВОЛОДИМИР МИКОЛАЙОВИЧ, UA

(73) ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, UA

(56) RU 2177044 C2, 20.12.2001

RU 2009222 C1, 15.03.1994

SU 1731844 A1, 07.05.1992

UA 58300 A, 15.07.2003

WO 09840524 A1, 17.09.1998

JP 03053029 A, 09.12.1980

JP 55158236 A, 07.03.1991

(57) Спосіб ущільнення тонкодисперсних матеріалів, який включає змішування різних тонкодисперсних матеріалів між собою, змішування їх з флюсуючим і зв'язуючим матеріалом і зволоження суміші, який відрізняється тим, що як зв'язуючий матеріал використовують вапновмісний матеріал, суміш звожують до рідкопластичного стану з наступною витримкою у часі, яка перевищує тривалість кристалізації гідроксиду кальцію.

Винахід відноситься до металургії і може бути використаний при агломерації або брикетуванні тонкодисперсних матеріалів, у тому числі шлаків.

Відомий спосіб ущільнення тонкодисперсних матеріалів брикетуванням, заснований на зближенні часток під дією зовнішніх сил, що здавлюють [Равіч Б.М. Брикетування в кольоровій і чорній металургії. - М.: Металургія, 1975. - 232с.]. Спосіб легко дозволяє одержувати необхідну щільність і міцність матеріалу шляхом додатка відповідного зовнішнього тиску пресування.

Одним з недоліків відомого способу є відносно високий рівень капітальних і поточних витрат, що у багатьох випадках не дозволяє ефективно використовувати ущільнений матеріал у металургійному виробництві.

Відомий спосіб ущільнення дисперсних матеріалів сплавкою або спіканням (твердофазним або рідкофазним), заснований на використанні сил міжмолекулярного притягання, поверхневої й об'ємної дифузії атомів, а також змачуваності [Липовський І.Є., Дорофєєв В.О. Основи петрургії. - М.: Металургія, 1972. - 320с.; Лібенсон Г.А. Основи порошкової металургії. - М.: Металургія, 1987. - 208с.].

Незважаючи на те, що відомий спосіб забезпечує максимально можливе ущільнення і зміцнення матеріалу, він досить дорогі і приводить до істотної, часом небажаний зміни хімічних і металургійних властивостей матеріалу, що ущільнюється.

Найбільш близьким рішенням по ефекті, що досягається, до пропонованого винаходу, його прототипом, є спосіб ущільнення тонкодисперсних матеріалів окотуванням, яке включає їх змішування, зволоження до 4-10%, ущільнення окотуванням і сушіння з послідовним зміцненням обпалюванням [Базилевич С.В., Астахов А.Г., Майзель Г.М. і ін. Виробництво агломерату й окотишів: Справ, вид. - М.: Металургія, 1984. - 216с.]. Сутність даного способу ущільнення полягає у використанні капілярного тиску тонких плівок води для стягування часток. Стягуючі зусилля такі, що по силі зчеплення і щільності окотиші еквівалентні брикетам, отриманим при тиску пресування 50-100МПа [Вегман Є.Ф., Жеребін Б.М., Похвиснев А.М. і ін. Металургія чавуна. - М.: Металургія, 1989. - 512с.].

Незважаючи на те, що даний спосіб ущільнення також допускає одержання заданої

(13) C2

(11) 82834

(19) UA

щільності і міцності, він має цілий ряд обмежень і особливостей, що не дозволяють ефективно окотувати деякі види матеріалів, зокрема, шламів.

Так, для одержання міцних окотишів необхідна сировина строго визначеного фракційного складу: питома поверхня шихти повинна складати 0,12-0,19 м²/г, а шихта повинна містити 60-70% класу - 0,044 мм, або більш 90% класу - 0,074 мм [Дрожилов Л.А., Бережний М.М., Латков В.П. і ін. Сучасна технологія виробництва залізорудних окотишів // Чорна металургія: Бюл. ЦНДІЧормет. - 1973. - №2. - С. 3-17].

Багато видів шихтових матеріалів, в т. ч. металургійних шламів, хоча і мають фракційний склад, близький до вищевказаного, однак володіють сильною коливаючістю по фракційним і хімічним складовим, та вологості, що робить необхідним застосовувати підшихтовку, додроблення, сушіння, або інші міри, без яких процес огрудкування буде нестабільним.

Незважаючи на високу щільність, сирі окатиші мають недостатню міцність, а тому вимагають дорогого високотемпературного зміцнення, що робить такий спосіб ущільнення матеріалів економічно не ефективним. Безвипалювальні окатиші, одержувані з добавками вапна, вимагають тривалого природного сушіння в захищених від атмосферних опадів складських приміщеннях великої площі, що також економічно не доцільно. Вплив до змін і хімічного складу, що приводить до погіршення адгезійних і когезійних властивостей шихти, вимагає використання дорогих добавок, що грудкують (бентоніт), поверхнево-активних речовин (поліакриламід), сполучних (вапно, сода, крохмаль, рідке скло й ін.), що підвищують міцність окотишів [Вегман Є.Ф. Огрудкування руд і концентратів. - М.: Металургія, 1984. - 256с.] На те, що деякі тонкодисперсні матеріали (шлами) містять і більш гіршу якість в порівнянні з первинною сировиною, зокрема, мають підвищений зміст шкідливих домішок, використання такого дорогого способу ущільнення, як окотування, робить їхню утилізацію економічно не ефективною.

В основу винаходу поставлена задача створити спосіб ущільнення тонкодисперсних матеріалів, в якому за рахунок більш повного використання природних процесів ущільнення, сушіння і зміцнення забезпечувалась задана щільність і міцність, а витрати на його здійснення були мінімальні.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі ущільнення тонкодисперсних матеріалів, що включає змішування різних тонкодисперсних матеріалів між собою, флюсуючими і сполучними матеріалами, зволоження до рідкопластичного стану і витримку до міцності, що вимагається.

При цьому в якості сполучного використовують вапновмістні матеріали.

До того ж для скорочення тривалості циклу зміцнення ведуть до кристалізації гідрооксиду кальцію.

Процес ущільнення перезволожених тонкодисперсних матеріалів характеризується наступними особливостями.

1. Після укладання перезволоженої суміші у виді бурту або конуса на відкриту площадку рух часток матеріалу під дією сил тяжіння здобуває спрямоване, орієнтоване зверху вниз і в сторони переміщення, яке супроводжується витисненням повітря, затисненого між частками шламу, і видавлюванням надлишку вологи осідаючими частками.

2. При цьому частки утворюють численні мікроаркові утворення, що перешкоджають вертикальному переміщенню часток, що ущільнює, і заповненню порожнеч під зводами арок більш тонкими частками суміші.

3. Деформація пластичного масиву перезволоженої суміші шляхом його розповзання по поверхні площадки приводить до руйнування аркових утворень і, як наслідок, ще більшому ущільненню суміші. Додаток вібрації прискорює цей процес, проте здорожує спосіб. Ця фаза ущільнення аналогічна процесові окотування, у якому відбувається вдавнення й ущільнення часток під вагою окотиша і дією капілярних сил.

4. Для більш повної реалізації процесу ущільнення особливо важливого значення набуває вологість суміші, що відіграє двояку роль. З одного боку, зменшення вологості створює умови для збільшення товщини шару, а отже, і підвищення ущільнення під дією ваги шару. Підвищення вологості хоча і приводить до зменшення товщини шару в результаті його розтікання й усадки, однак підвищує рухливість і ущільненість часток.

Оптимальна вологість суміші залежить від багатьох факторів: адгезійних і когезійних властивостей вихідних матеріалів, фракційного і компонентного складу, форми часток і інших факторів і підбирається дослідним шляхом.

5. З видаленням надлишку вологи дренажуванням, видавлюванням і випаром рухливість суміші припиняється, суміш «схоплюється», і по мірі видалення вологи в дію вступають «стягуючі» капілярні сили, що приводять до зменшення об'єму, стиску і розтріскування суміші. Фактор розтріскування варто вважати позитивним, оскільки він дозволяє прискорити процес ущільнення при використанні вапнових матеріалів в якості сполучного є перетворення гелю $\text{Ca}(\text{OH})_2$ у кристалічний гідрооксид кальцію, який міцно скріплює частки в моноліт. Цей процес, що триває 14-16 діб, забезпечує основний приріст міцності після видалення надлишку вологи [Вегман Є.Ф. Огрудкування руд і концентратів. - М.: Металургія, 1984. - 256с.]. Надалі відбувається зміцнення за рахунок карбонізації вапна вуглекислим газом повітря. Досліди показують, що зміцнення карбонізацією збільшує міцність масиву до 40%. Проте для скорочення циклу ущільнення і підвищення пропускну здатності площадки процес можна вважати закінченим після завершення процесу кристалізації гідрооксиду кальцію. До того ж повна карбонізація зміцнює масив до такого ступеня, що утрудняє його розбирання.

Вищеописаний процес ущільнення дозволяє констатувати, що ступінь ущільнення матеріалу, а отже, і його міцність залежить від декількох груп

факторів, з яких важливе значення мають наступні.

1. Фізико-хімічні властивості сировини, у т.ч. фракційний і хімічний склад, адгезійні і когезійні властивості компонентів суміші.

2. Компонентний склад, у т.ч. наявність сполучних.

3. Технологічні фактори, у т.ч. якість змішування, тривалість вилежування, товщина масиву і вологість вихідної суміші.

Найбільш значимими факторами в розглянутому способі є фракційний склад і вологість суміші. Найбільш тонкі матеріали дають велику усадку при зволоженні і краще ущільнюються й зміцнюються, а ущільнення їх іншими способами здійснюється менш ефективно, надалі розглядали тонкодисперсні сталеплавильні шлами. Для таких матеріалів вплив зміни

фракційного складу на ущільнюваність позначається в меншому ступені, чим вологість.

Для визначення оптимальних технічних характеристик у промислових умовах був реалізований спосіб ущільнення тонкоздрібнених матеріалів (шламів). Вапнований промисловим способом конвертерний шлам із процентним змістом Fe - 46,1; Fe₂O₃ - 30,5; CaO - 22,3; MgO - 1,7; SiO₂ - 2,9; Al₂O₃ - 0,4 у кількості шести проб масою 7 т кожна, вологістю 8, 16, 24, 32, 40 і 50 відсотків був викладений на відкриту площадку для ущільнення і зміцнення. Середньодобова температура навколишнього середовища - 23°C, вологість повітря 70-85%. Тривалість вилежування - 30 діб. Для 30-добової витримки визначали щільність шламу; ущільнений і висушений шлам дробили до фракції -8 мм і випробували на роздавлювання, див. табл.1.

Таблиця 1

Фізико-механічні характеристики вапнованого конвертерного шламу, який вилежав 15 сут.

Показник	Од. вим.	Вологість вапнованого шламу, %					
		8	16	24	32	40	50
1. Щільність	г/см ³	0,98	1,35	1,84	1,93	1,92	1,90
2. Міцність гранул фр. 6мм	Н	0,1	5,0	19,4	26,2	22,6	18,4

З огляду на те, що досить міцною для агломерації вважається сира гранула фракції 9-5мм, що має міцність на роздавлювання рівну 1,6-0,5Н [Кухарь А.С., Мартиненко В.А., Шевченко В.П. Виробництво і якість агломерату. М.: Металургія, 1977. - 160с.], а також прийнявши 5-кратний запас міцності для гранул, одержуваних способом ущільнення, оскільки вони піддаються більшому числу перевантажень і зусиль роздавлювання при транспортуванні і складуванні в бункерах великої ємності і висоти, чим гранули, що утворюються в барабанному огрудкувальній аглошихти, одержуємо, що мінімальна міцність таких гранул повинна складати не менш 5 Н.

Фізико-механічні властивості і технологічні характеристики ущільненого шламу знаходяться в тісній залежності від вихідної вологості суміші, див. табл. 2.

Таким чином, явище самоущільнення тонкоздрібнених шламових сумішей виявляє себе при вологості більш 16%. Значне перезволоження суміші (більш 32%) практично не знижує ступінь ущільнення, однак істотно погіршує техніко-економічні показники процесу, заснованого на даному способі ущільнення, роблячи його

економічно не ефективним. Тому максимальну вологість суміші, рівну 32% для механічного змішування варто вважати граничною.

Суміші, вологістю більш 40% (пульпи), доцільно готувати у відстійниках і направляти на доосушку й ущільнення в карти зневоднювання.

У промислових умовах ущільнення тонкодисперсних шламів може бути реалізоване в такий спосіб. Згущений тонкофракційний (звичайно - сталеплавильний) шлам, що погано піддається огрудкуванню і спіканню, витягають з відстійників або карт і подають на близько розташовану площадку, що доосушує, де змішують з деякою кількістю вапновмістних матеріалів - відсівом вапна, вапняним пилом газоочисток випалювальних печей або вапняним шламом розливальних машин (у кількості 8-20 вагових відсотків). Дозволення звичайно не потрібно, тому що шлам, що витягається з відстійників, вологістю до 40% вологістю 4-8%, у т.ч. із застосуванням інтенсивних методів сушіння, шматки суміші, що утворилися, дроблять до фракції - 8мм і направляють на агломерацію як центри огрудкування.

Таблиця 2

Вплив вологості вихідної шихти на щільність і міцність шламових гранул

Вихідна вологість суміші, %		
Менш 16	16-32	Більш 32
<p>1. Компоненти суміші добре змішуються; суміш нормально транспортується і перевантажується.</p> <p>2. Суміш при вилежуванні не ущільнюється, залишається пухкою; під час витягу розсипається в пил. Щільність суміші мінімальна - 0,92-1,34г/см³.</p> <p>3. Міцність гранул менш 5Н - менше припустимого.</p> <p>4. Продуктивність агломашин і якість агломерату при використанні такої суміші знижується.</p>	<p>1. Змішування, транспортування і перевантаження задовільні.</p> <p>2. Суміш добре ущільнюється. Висока щільність 1,35-1,93г/см³ забезпечує гарну дробимість масиву шламу.</p> <p>3. Міцність гранул 5,0-27,2Н перевищує припустиму.</p> <p>4. Продуктивність агломашин і якість агломерату досить високе.</p>	<p>1. Компоненти шихти змішуються незадовільно, при перевантаженнях налипають на устаткування.</p> <p>2. Суміш ущільнюється задовільно, однак тривалість сушіння надмірно збільшується, знижуючи продуктивність устаткування.</p> <p>3. Має місто зниження щільності (1,92-1,90г/см³) і міцності гранул (22,6-18,4Н) із-за незадовільного усереднення.</p> <p>4. Продуктивність агломашин і якість агломерату знижується.</p>

Використання гранул, одержуваних по даному способі в порівнянні з брикетуванням і дробленням, передбаченим патентом України №55955 А [Патент №55955 А Україна, МКИ 7 С22В1/00. Спосіб агломерації руд і концентратів з використанням дрібнодисперсних шламів / В.О. Носков, Л.В. Биков, В.В. Ожогін і ін. // Промислова власність, 2003. - №4. - Кн. 1. - С. 4.97.], дозволить одержати значну економію на капітальних (стає зайвим будівництво установок, що брикетує) і поточних витратах.

Зокрема, економія на виробництві 1 т кришва складає:

$\Xi_{уд} = 48,0 - 12,0 : 0,89 = 34,5$ грн/т кришва де 48,0 - витрати на брикетування, дроблення й одержання кришва фракції -8мм, грн/т;

12,0 - витрати по зміцненню, сушінню і дробленню шламу, одержаного по пропонованій технології, грн/т;

0,89 - зменшення виходу необхідної фракції в порівнянні з базовим варіантом (брикетуванням), ч. од.