



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **85654** (13) **C2**
(51) **МПК (2009)**
C22B 1/14
C04B 2/00
C22B 1/24 (2008.01)
C22B 1/242 (2008.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ КУСКОВОГО ВАПНА

1

(21) а200804274
(22) 04.04.2008
(24) 10.02.2009
(46) 10.02.2009, Бюл.№ 3, 2009 р.
(72) ОЖОГІН ВОЛОДИМИР ВОЛОДИМИРОВИЧ, УА, ТОМАШ ОЛЕКСАНДР АНАТОЛІЙОВИЧ, УА, СЕБКО ЛЕОНІД ВОЛОДИМИРОВИЧ, УА, НІКОШ ІЛЛЯ АНАТОЛІЙОВИЧ, УА, ЧЕРНОВА СВІТЛАНА ГЕННАДІЙВНА, УА, ЛОБАС ОЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ, УА, ЧЕЛЯДИН ОЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ, УА, ГУБКО ДМИТРО ІГОРОВИЧ, УА
(73) ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, УА, ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "АЗОВ-ІНЖЕНІРІНГ", УА
(56) UA, 34388, C2, 15.10.2001
UA, 24942, U, 15.07.2007

2

SU, 91267, A1, заявлено 12.08.1950
SU, 92034, A1, заявлено 31.07.1950
RU, 2114800, C1, 10.07.1998
US, 7105114, B2, 12.09.2006
Табунщиков Н. П. Производство извести. - М.: Химия, 1974. - С. 34-40
(57) 1. Спосіб одержання кускового вапна, що включає брикетування відходів крейди і їхній випал, який **відрізняється** тим, що відходи крейди додатково подрібнюють до фракції з розміром не більше 5-10мм, вводять сполучне, а брикетують під тиском 50-90МПа.
2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що як сполучне використовують гашене вапно в кількості 10-20 мас. % або рідке скло в кількості 0,4-1,0 мас. % сухих речовин.

Винахід відноситься до чорної металургії і може бути застосований для виробництва вапна, яке одержують з відходів видобутку крейди і використовують в металургійному виробництві.

Відомий спосіб одержання кускового вапна, що включає дроблення природного вапняку або інших карбонатних порід, відсів фракції 40-80 мм і наступний її випал в обертових або шахтних печах при температурі 1050-1150°C. [Монастырёв А.В. Производство извести. - М.: Высшая школа, 1968. - 216 с.].

Даний спосіб досить продуктивний і широко розповсюджений, однак не дозволяє переробляти дрібнофракційний матеріал, тому що останній погіршує газодинаміку печі, здрибнюється при випалі і виноситься потоком газів, що робить таке виробництво неефективним.

Відомий спосіб одержання кускового вапна з м'яких карбонатних порід, що включає їхнє дроблення і наступний випал в обертових печах. Дріб'язок фракції, що утворюється, менш 10 мм, вихід якої доходить до 30% і більш, у холодному або

гарячому виді брикетують у валкових пресах. Розмір брикету 29х19х13 мм. Великі розміри брикетів приводять до зменшення їхньої міцності. [Эйдельман Л.П. Состояние брикетирования шихтовых материалов в зарубежной чёрной металлургии // Чёрная металлургия: Бюл. ин-та «Черметинформация». - 1982. - № 1. - С. 28-37.].

Даний спосіб застосовують лише в тих випадках, коли тверді карбонатні породи відсутні. При цьому дрібне вапно, що виноситься з печі, включає значну кількість недопалу, що знижує її якість. Брикети підвищеної щільності гірше розчиняються у ванні металургійного агрегату, а менш щільні виявляються менш міцними і швидше руйнуються на відкритому повітрі.

Найбільш близьким до винаходу відомим способом, найближчий аналог, є спосіб одержання кускового вапна, у якому відсів крейди брикетують при тиску 30МПа, а потім обпалюють при 1050-1150°C. [Табунщиков Н.П. Производство извести. - М.: Химия, 1974. - 240 с.].

(13) **C2**

(11) **85654**

(19) **UA**

Відомий спосіб не дозволяє цілком вирішити задачу, що постає перед винаходом, оскільки вихідні брикети виявляються недостатньо міцними і руйнуються при численних перевантаженнях і у випалювальних печах.

В основу винаходу поставлена задача розробки такого способу одержання кускового вапна, у якому за рахунок додаткових операцій і умов їхнього здійснення забезпечується необхідне підвищення міцності вихідних брикетів.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі одержання кускового вапна, що включає брикетування відходів крейди і їхній випал, відповідно до винаходу відходи крейди додатково подрібнюють до верхньої фракції 5-10мм, уводять сполучне, а брикетують під тиском 50-90МПа.

У якості сполучних використовують гашене вапно в кількості 10-20% або рідке скло в кількості 0,4-1,0% (сух.).

Сполучні повинні містити мінімальну кількість шкідливих домішок, насамперед, сірки, фосфору і лугів, а також інших речовин, що не використовуються у процесах які споживають брикети. Загальна кількість шкідливих домішок, внесених сполучним в крейдові брикети, включаючи оксиди цинку, свинцю, сірки і лугів, не повинна перевищувати 0,25%.

Міцність вихідних брикетів на скидання, обумовлена по виходу фракції більш 5мм після п'ятикратного падіння з висоти 2м, повинна складати не менш 80% при міцності крейди 89-92,4%.

Максимальний тиск пресування, що розвивається більшістю типів вальцових пресів при пресуванні крейдової крихти, не перевищує 90МПа.

Визначальними для одержання механічно міцних брикетів із крейдової крихти є наступні фактори: фракційний склад матеріалу, що брикетується, вид і кількість сполучного, а також тиск пресування брикетів.

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

Брикети циліндричної форми діаметром 30 мм і висотою 18 мм, що відповідають вимогам, які пропонувані до сталеплавильних флюсів, з різним рівнем здрібнювання великих фракцій і кількістю добавок брикетували під тиском 30-170МПа.

Необхідне зміцнення брикетів перед випалом здійснювали сушінням, що робили двома способами: для вапна - природним при температурі 20°C протягом 7 діб і вологості повітря 80-90%, що дозволяє знизити енергетичні витрати на сушіння й інтенсивним при температурі 250-300°C протягом 0,5 год., що дозволяє уникнути залежності від погодних умов. Для рідкого скла прийнятий інтенсивний спосіб сушіння при температурі 250-300°C протягом 0,5 год., що забезпечує більш високу міцність брикетів.

Фракційний склад і зміст шкідливих і баластових домішок обраних матеріалів представлений у табл. 1 і 2.

Таблиця 1

Фракційний склад вихідної сировини, %

Матеріал	Фракція, мм						Разом
	>30	30-10	10-5	5-3	3-1	<1	
1. Крейдова крихта	13-15	15-16	12-13	10	28-29	19-20	100
2. Вапно гашена	-	-	-	1	10	89	100
3. Рідке скло	-	-	-	-	-	100	100

Таблиця 2

Хімічний склад вихідної сировини, %

Матеріал	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	S	Луги	в.п.п.	W
1. Крейдова крихта	<1,81	н. від.	0,25	54,5		0,06	н. від.	>43	14,0
2. Вапно	2,91	0,88	1,97	86,14	1,60	0,09	н. від.	4,9	0
3. Рідке скло	30,2	0,25	-	0,24	-	0,06	13,2	14,3	41,6

Примітки до таб. 2. в.п.п. - втрати при прогартуванні; н. від. - нема відомості.

Для визначення залежності міцності брикетів від фракційного складу матеріалу, що пресується, зроблений іспит міцності брикетів, які отримані із крейдової крихти різного фракційного складу. Тиск

пресування прийнятий на рівні 30МПа, що відповідає тискові, зазначеному в прототипі. Отримані дані представлені в табл. 3.

Таблиця 3

Залежність міцності брикетів від фракційного складу шихти

Показник	Од.вим.	Номер досліду						
		1	2	3	4	5	6	7
Розмір часток шихти	ММ	0-1	0-3	0-4	0-5	0-10	0-15	0-30
Ударна міцність брикетів, сушених 0,5 год. при 250°C	%	30,0	35,0	34,9	38,8	35,6	29,3	28,3

Примітка до табл. 3. Верхній розмір часток шихти відповідає чарункам промислових сит, які використовуються у виробництві.

Оптимальний розмір часток шихти визначається за умовами роботи сит і міцності брикетів, див. табл. 3 і 4.

Таблиця 4

Вплив розміру крихти на роботу сит і міцність брикетів

Верхня межа фракційного складу шихти, мм		
менш 5	від 5 до 10	більш 10
Має місце періодичне забивання чарунок сит. Пресуємость шихти задовільна, однак брикети мають знижену міцність на скидання, що складає 30,0-34,9%. Мета винаходу не досягається.	Забивання чарунок сит практично не має місця. Пресуємость шихти задовільна, брикети мають максимальну міцність на скидання 38,8-35,6%. Мета винаходу досягається.	Забивання чарунок сит відсутній. Пресуємость шихти знижується внаслідок наявності великих часток крейди, що перешкоджають нормальному заповненню прес-форм. Брикети мають незадовільну міцність на скидання - 29,3-28,3%. Мета винаходу не досягається.

З табл. 3 і 4 випливає, що найбільшу ударну міцність мають брикети, вихідний матеріал яких складається з часток, що мають верхню фракцію 5-10мм (досліди №4 і №5). Брикети, які спресовані із шихти з верхньою фракцією менш 5мм (досліди №1, 2, 3) і фракцією більш 10мм (досліди №6 і №7), не забезпечують необхідної міцності. Таким чином, оптимальна верхня межа фракційного складу шихти складає 5-10мм.

Однак використаний фактор оптимізації фракційного складу не дозволяє одержати міцний брикет, тому що його ударна міцність складає 35,6-38,8% при заданій не менш 80%. Для підвищення міцності брикетів необхідно задіяти наступний фактор - вид і кількість сполучних.

У якості сполучних приймаємо вапно, а також відсів вапна і вапняний пил, що утворюються при випалі крейдових брикетів у кількості більш 15%

(при гасінні - 20%) і служать як оборотний продукт, або рідке скло.

В якості сполучних матеріалів, які альтернативні гашеному вапну або рідкому склу, можуть служити хлориди кальцію, магнею (бішофіт), суміші вищевказаних речовин або інші солі. Гарні економічні результати дає використання більш дешевого хлориду натрію, однак його введення погіршує споживчі властивості вапна.

Для визначення оптимальних кількостей добавок сполучних були виготовлені брикети з різним змістом сполучних. Тиск пресування брикетів 30МПа. Верхня межа фракційного складу кускової крейди, що брикетується, 10мм. Результати проведених іспитів брикетів на скидання при різних добавках гашеного вапна представлені в табл. 5 і 6.

Таблиця 5

Залежність міцності крейдових брикетів від добавок гашеного вапна

Показник	Крейда кускова	Кількість гашеного вапна, %					
		0	9	10	20	21	100
Міцність брикетів на скидання, %							
- сушеного 7 діб, при 20°C	89,0	38,9	57,1	58,9	64,4	65,0	72,1
- сушеного 0,5 год., при 250°C	92,4	35,6	51,5	53,1	59,4	60,6	70,6

Таблиця 6

Вплив добавок гашеного вапна на міцність брикетів

Кількість добавок гашеного вапна, %		
менш 10	від 10 до 20	більш 20
Міцність на скидання сухих брикетів з добавкою гашеного вапна менш 10% дає незначний приріст міцності як для сушених 7 діб при 20°C - 18,2% (57,1 - 38,9), так і для сушених 0,5 год. при 250°C - 15,9% (51,5-35,6), що не забезпечує брикетам заданої міцності 80%. Повна утилізація відходів не забезпечується. Мета винаходу не досягається.	Міцність на скидання брикетів з добавкою гашеного вапна в кількості 10-20% забезпечує брикетам істотний приріст міцності. Вона складає 53,1-64,4% у залежності від способу сушіння при заданій 80%. При цьому забезпечується повна утилізація некондиційного вапна, чим досягається значна економія. Мета винаходу досягається.	Міцність на скидання сухих брикетів з добавкою гашеного вапна більш 20% близька до заданої і складає 60,6-72,1%, однак при цьому витрати на сполучне різко зростають через використання кондиційного вапна, знижується продуктивність процесу внаслідок зниження споживання крихти. Виробництво брикетів на такій кількості сполучних стає нерентабельним. Мета винаходу не досягається.

Таким чином, добавки гашеного вапна в кількості менш 10% не забезпечують сухим брикетам заданої міцності. При добавках гашеного вапна більш 20% виробництво брикетів на вапняному сполучному стає нерентабельним.

У якості альтернативного сполучного ефективно рідке скло. Дія розчину рідкого скла заснована на тім, що воно проникає в усі тріщини, пори і капіляри, просочує кістякову структуру крейди, за рахунок сил поверхневого натягу розтікається по

поверхні, вступає в іонообмінні реакції із СаО крейди, а при сушінні кристалізується, зв'язуючи частки в міцний моноліт.

Для визначення залежності міцності брикетів від добавок рідкого скла у виді розчину виконане дослідження міцності брикетів, які отримані із крейдової крихти фракції менш 10мм під тиском пресування 30МПа. Результати проведених іспитів брикетів на роздавлювання представлені в табл. 7 і 8.

Таблиця 7

Залежність ударної міцності брикетів і змісту в них шкідливих домішок від добавок рідкого скла, у% сухої маси

Показник	Од.вим.	Кількість рідкого скла, %					
		0	0,3	0,4	0,5	1,0	1,1
Міцність на скидання брикетів, сушених 0,5 год., при 250°C	%	35,6	57,6	59,1	67,6	69,0	69,3
Зміст шкідливих домішок	%	0,12	0,15	0,16	0,18	0,25	0,26

Таблиця 8

Вплив добавок рідкого скла на якість брикетів

Кількість добавок рідкого скла, % сухої маси		
менш 0,4	від 0,4 до 1,0	більш 1,0
Міцність на скидання сухих брикетів з добавкою рідкого скла менш 0,4% не забезпечує брикетам заданої міцності. Вона складає менш 59,1% при заданій 80%. Зміст шкідливих домішок мінімально. Мета винаходу не досягається.	Міцність на скидання брикетів з добавкою рідкого скла в кількості 0,4-1,0% забезпечує брикетам істотний приріст міцності, що складає 59,1-69,0% при заданій 80%. Зміст шкідливих домішок не перевищує заданого рівня - 0,25% і складає 0,16-0,25%. Мета винаходу досягається.	Міцність на скидання брикетів з добавкою рідкого скла більш 1,0% забезпечує брикетам істотний приріст міцності, однак при цьому збільшується кількість шкідливих домішок у брикетах понад припустимого, котрий складає більш 0,25%. Мета винаходу не досягається.

Таким чином, добавки рідкого скла в кількості менш 0,4% (сух.) не забезпечують сухим брикетам задану міцність на скидання. При добавках рідкого скла в кількості більш 1,0% сухої маси кількість шкідливих домішок у брикетах виявляється понад припустимого, тобто більш 0,25%.

Використані фактори оптимізації фракційного складу і добавок сполучних не забезпечують заданої міцності брикетам, тому що їх мінімальна ударна міцність при використанні гашеного вапна складає в залежності від способу сушіння 53,1-58,9%, для рідкого скла - 59,1% при заданій не

менш 80%. Тому для забезпечення заданої міцності брикетів необхідне збільшення тиску пресування.

Для визначення залежності міцності брикетів від тиску пресування виконане дослідження міцності брикетів, отриманих із крейдової крихти різного фракційного складу з мінімальними добавками сполучних (10% гашеного вапна, 0,4% рідкого скла).

Залежність міцності на скидання крейдових брикетів від тиску пресування представлена на фіг., де: \diamond - брикети з добавками гашеного вапна в кількості 10%, сушені 0,5 год., при 250°C; \square - бри-

кети з добавками гашеного вапна в кількості 10%, сушені 7 дб, при 20°C; Δ - брикети з добавками рідкого скла в кількості 0,4%, сушені 0,5 год., при 250°C; - - - - рівень заданої міцності сухих брикетів (80%); — — — - ударна міцність кускової крейди (89%).

Вплив тиску пресування на техніко-економічні показники брикетування представлено в табл. 9, з якої випливає, що як нижчу межу пресування приймаємо тиск пресування 50 МПа, тому що воно забезпечує мінімальну міцність 80% при високо-ефективній роботі пресів.

Таблиця 9

Вплив тиску пресування на якість брикетів

Тиск пресування, МПа		
менш 50	від 50 до 90	більш 90
Зщільнюємість брикетів не висока. Енергетичні витрати на брикетування мінімальні. Продуктивність пресів висока, однак готові брикети мають недостатню міцність на скидання менш 80%. Мета винаходу не досягається.	Зщільнюємість брикетів задовільна. Енергетичні витрати на брикетування підвищені, однак знаходяться в межах припустимих. Продуктивність пресів прийнятна, готові брикети мають задану міцність на скидання більш 80%. Мета винаходу досягається.	Зщільнюємість брикетів висока. Енергетичні витрати на брикетування завищені. Продуктивність пресів знижується, що приводить до надмірного подорожчання собівартості виробництва брикетів. Брикети мають міцність на скидання більш 80%, однак стійкий приріст міцності в вальцових пресах не забезпечується через їх конструктивні особливості. Мета винаходу не досягається.

Так, для брикетів з добавками гашеного вапна в кількості 10%, сушених 0,5 год., при 250°C ударна міцність складає 80,1%. Для брикетів з добавками гашеного вапна в кількості 10%, сушених 7 дб, при 20°C і брикетів з добавками рідкого скла в кількості 0,4% (сух.), сушених 0,5 год. при 250°C, ударна міцність складає 81,2% і 82,3% відповідно.

При тисках у межах 90 МПа робота пресів стає не економічною через зниження їх продуктивності. До того ж при брикетуванні крейди тиск понад 90 МПа у вальцових пресах не забезпечується.

Таким чином, використання крейдової крихти верхньою фракцією 5-10 мм, а також використання гашеного вапна в кількості 10-20% або рідкого скла в кількості 0,4-1,0% при тиску пресування брикетів 50-90 МПа, дозволяє цілком вирішити задачу, яка поставлена перед винаходом.

Так, використання вищевказаних факторів дозволяє одержувати крейдові брикети, що мають ударну міцність вище заданого рівня 80%. Їхня мінімальна міцність у залежності від способу сушіння і використання того, або іншого сполучного складає 80,1-82,3%.

Виходячи з результатів проведених досліджень, спосіб одержання вапна здійснюється в такий спосіб.

Крейдову крихту витягають з відвалів, при необхідності досушують до 6% вологості на відкритій площадці для запобігання налипанню крейдової крихти на устаткування, що розсіює і здрібнює,

фракцію більш 10 мм відсівають і використовують як товарну крейду або подрібнюють до фракції менш 10 мм і повертають у процес.

Далі крейдову крихту змішують зі сполучним гашеним вапном у кількості 20% або рідким склом у кількості 1,0% у сухій масі, доводять до вологості 14% і пресують під тиском 50 МПа. Отримані брикети в залежності від обраного способу зміцнення сушать на відкритій площадці при 20°C протягом 7 дб або в печі при 250-350°C протягом 0,5 год.

Сухі зміцнені брикети направляють в обертovu або шахтну піч і обпалюють по способі, зазначеному у найближчому аналозі, при температурі 1050-1150°C до одержання 96-98%-ного вапна.

Економія Ξ у споживача від застосування способу одержання кускового вапна складає:

$$\Xi = 320 - \left[(60 + 110) \cdot \frac{1,280}{1,208} + 105 \right] = 34,9 \text{ грн/т}$$

вапна,

де 320 - вартість 1 т вапна, грн/т;

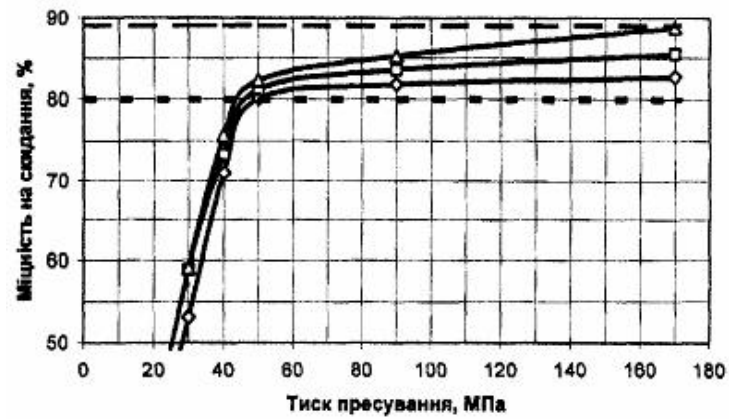
60 - вартість 1 т кускової крейди при доставці автотранспортом, грн/т;

110 - вартість брикетування 1 т крейдової крихти, грн/т;

1,208 - коефіцієнт витрати сировини на виробництво вапна з крейди, д. од.;

1,280 - видатковий коефіцієнт на виробництво вапна з брикетів, д. од.;

105 - витрати на випал 1 т вапна, грн/т.



Фіг.