



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 46015

(13) C2

(51) 6 C04B7/14, F27B7/00

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

(54) СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ЦЕМЕНТНОГО КЛІНКЕРУ ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

1

(21) 97105044
(22) 16 01 1996
(24) 15 05 2002
(86) PCT/US96/00279, 16 01 1996
(31) 08/404,902
(32) 15 03 1995
(33) US
(46) 15 05 2002, Бюл. № 5, 2002 р
(72) Янг Ром Д., US
(73) ТЕКСАС ІНДАСТРІЗ ІНК., US
(56) US, 4054464, IPC C04B 007/38, 18 10 1977
US, 4174974, IPC C04B 007/14, 007/02, 20 11 1979
(57) 1 Спосіб виробництва цементного клінкеру з використанням довгої обертової цементної печі, яка має завантажувальний кінець і гарячий кінець, причому гарячий кінець нахилено донизу відносно завантажувального кінця, який включає такі стадії направлення тепла від джерела тепла до зазначеного гарячого кінця печі, введення потоку сировинного матеріалу, що містить вапно, до зазначеного завантажувального кінця печі таким чином, щоб потік сировинного матеріалу переміщався до зазначеного тепла на гарячому кінці печі, подрібнення та відсів повітроохолодженого доменного шлаку до одержання часток, переважна частина яких має діаметр, по суті, не більше 2" (50,8 мм), і додавання певної кількості зазначеного подрібненого та відсіяного повітроохолодженого доменного шлаку до зазначеного потоку сировинного матеріалу біля зазначеного завантажувального кінця печі таким чином, щоб у міру того, як потік сировинного матеріалу та доменного шлаку переміщується в напрямку до зазначеного гарячого кінця, доменний шлак розплавлявся під дією зазначеного тепла та дифундував до сировинного матеріалу з утворенням цементного клінкеру
2 Спосіб за п. 1, у якому доменний шлак додають до завантажувального кінця печі як матеріал окремо від сировинного матеріалу
3 Спосіб за п. 1, у якому доменний шлак та сировинний матеріал змішують перед поданням до завантажувального кінця печі
4 Спосіб за п. 1, який додатково включає стадію використання обертової випалювальної печі, що

2

працює за мокрим способом, для одержання потоку сировинного матеріалу та доменного шлаку
5 Спосіб за п. 1, який додатково включає стадію використання обертової випалювальної печі, що працює за сухим способом, для одержання потоку сировинного матеріалу та доменного шлаку
6 Спосіб за п. 1, у якому зазначений доменний шлак має хімічний склад, до якого входять силікати та алюмосилікати кальцію
7 Пристрій для утворення цементного клінкеру, який включає обертову цементну випалювальну піч, яка має завантажувальний кінець та гарячий кінець, причому гарячий кінець нахилено донизу відносно завантажувального кінця, джерело тепла у гарячому кінці для нагріву внутрішньої частини обертової печі і транспортуючий пристрій для подання потоку сировинного матеріалу, який містить вапно та подрібнений та відсіяний повітроохолоджений доменний шлак, переважна частина якого має діаметр часток не більше, по суті, 2" (50,8 мм), до завантажувального кінця зазначеної випалювальної печі таким чином, щоб у міру того, як потік сировинного матеріалу та доменного шлаку переміщується в напрямку до зазначеного гарячого кінця печі, зазначений доменний шлак під дією зазначеного тепла дифундував до зазначеного сировинного матеріалу з утворенням цементного клінкеру
8 Пристрій за п. 7, в якому транспортуючий пристрій додатково включає перший транспортуючий пристрій для подання потоку сировинного матеріалу до завантажувального кінця зазначеної обертової печі і другий транспортуючий пристрій для подання доменного шлаку до завантажувального кінця обертової печі окремо від сировинного матеріалу
9 Пристрій за п. 7, який додатково включає регулятор, який підключено до першого та другого транспортуючих пристроїв для контролю співвідношення між доменним шлаком та сировинним матеріалом, які завантажуються до обертової печі, для одержання цементного клінкеру, який має попередньо визначений хімічний склад

(13) C2

(11) 46015

(19) UA

Цей винахід стосується загалом до виробництва цементного клінкеру у довгих обертових печах. Зокрема, цей винахід стосується способу та пристрою для виробництва цементного клінкеру у звичайних довгих обертових печах для сухого чи мокрого випалювання, за яким до завантажувального кінця випалювальної печі з потоком сировинного матеріалу, який містить вапно, додається шлак доменної печі, так що потік сировинного матеріалу та шлак доменної печі разом переміщуються у напрямку нагріву до гарячого кінця печі, причому доменний шлак розплавлюється та просочує сировинний матеріал, утворюючи цементний клінкер.

Як зазначено у патенті США №5156676, у літературі повно описів процесів, за якими може бути здійснено випалення та клінкероутворення інгредієнтів цементу.

Типовий процес з використанням обертової печі для випалення, за мокрим чи за сухим способом, є добре відомим. Сировинні матеріали цементу, такі як вапно, глина та пісок, або подібні, тонко розмелюють та ретельно перемішують до одержання по суті гомогенної суміші на вхідному чи завантажувальному кінці печі. Випалювальна піч нахилена донизу під кутом, так що гарячий кінець печі знаходиться нижче за завантажувальний кінець. Піч загалом має чотири робочі зони, у тому числі зону попереднього випалення, зону випалення, зону клінкероутворення та зону охолодження. Звичайне паливо змішують з попередньо нагрітим повітрям та вдувають до випалювальної печі з гарячого кінця. Звичайно у процесах виробництва цементу використовують такі палива, як природний газ, нафту чи порошкоподібне вугілля.

Після подачі тонко подрібнених сировинних матеріалів цементу до випалювальної печі через завантажувальний кінець матеріали нагріваються від температури, близької до температури навколишнього середовища, до приблизно 538°C (1000°F) у зоні попереднього випалення. У цій зоні, теплота газів горіння із зони випалювання використовується для підвищення температури сировинних матеріалів. Крім того, у випалювальній печі до її внутрішньої поверхні можуть бути прикріплені системи ланцюгів чи подібні пристрої, які використовуються для підвищення ефективності теплообміну між газами та сировинними матеріалами.

Температура сировинних матеріалів під час їх проходження зону випалення підвищується від приблизно 538°C до приблизно 1093°C (від 1000°F до приблизно 2000°F), і у цій зоні CaCO_3 розкладається з виділенням CO_2 .

Кальциновані матеріали при температурі приблизно 1093°C (2000°F) потім надходять до зони клінкероутворення чи горіння, де температура підвищується до приблизно 1500°C (2732°F). Саме у цій зоні первинні сировинні матеріали перетворюються на типові цементні сполуки, такі як трикальцієвий силікат, дикальцієвий силікат, трикальцієвий алюмінат, і тетракальцій-алюмоферит. Потім цементний клінкер залишає зону

клінкероутворення, охолоджується, і після цього надходить на подальшу переробку, таку як шляхом помелу.

Використання меленого шлаку доменної печі як цементуючого матеріалу датується 1774 роком. У виробництві заліза доменну піч безперервно завантажують зверху матеріалом, який є джерелом оксиду заліза, флюсовим каменем, та паливом. З печі одержують два продукти розплавлене залізо, яке збирається на дні печі, та рідкий шлак залізоплавильної печі, що плаває на поверхні резервуару із залізом. Обидва періодично зливають із печі при температурі приблизно 1500°C (2732°F). Шлак складається переважно із оксидів кремнію та алюмінію у сполученні з оксидами кальцію та магнію із флюсового каменю. Цементуюча здатність цього шлаку при використанні у будівельному розчині чи бетоні визначається його складом та швидкістю, з якою здійснюється охолодження розплавленого матеріалу при його виході із печі.

У виробництві сталі має місце подібний процес, при якому рідкий сталеплавильний шлак плаває по поверхні сталюого басейну. Шлак сталеплавильного виробництва також складається переважно із оксидів кремнію та алюмінію у сполученні з оксидами кальцію та магнію. Утилізація як шлаку сталеплавильного виробництва, так і доменного шлаку становить велику проблему їх утилізації для виробника внаслідок великої кількості матеріалів.

Як шлак сталеплавильного виробництва, так і шлак доменної печі складаються із часток, які є дуже твердими. Шлак доменної печі, при його використанні, завжди знаходиться у формі тонкодисперсного порошку чи у гранульованій формі, що означає, що велика кількість енергії повинна бути використана для помелу та диспергування шлаку до форми тонкодисперсного порошку чи для його грануляції. Такий процес описано у патенті США №2600515, у якому шлак доменної печі, у вигляді тонкодисперсної суміші з вапном завантажуються до обертових цементних печей і подається безпосередньо до полум'я печі. Порошок шлаку вдувають в той же самий час і через ті ж самі канали, що і паливо, а саме порошкоподібне вугілля, важкі масла чи газ. Цей процес має кілька недоліків. Одним з найбільш значних недоліків є те, що для подрібнення та сушки матеріалу, щоб його можна було вдувати до печі, потрібна величезна кількість енергії.

Багато які хімічні сполуки у шлаку сталеплавильного виробництва та шлаку доменної печі звичайно входять до складу хімічний сполук цементу, а їх теплоти утворення були вже витрачені у відповідних процесах їх одержання. Американський інститут Цементу дає таке визначення шлаку доменної печі:

шлак доменної печі - неметалевий продукт, який складається по суті із силікатів та алюмосилікатів кальцію та інших основ, що утворюється у розплавленому стані одночасно з залізом у до-

менній печі

1 повітряно-охопджений доменний шлак є матеріалом, який утворюється при твердінні розплавленого доменного шлаку у атмосферних умовах, подальше охолодження може бути прискорено шляхом подання води на затверділу поверхню

2 спучений доменний шлак є матеріалом, який одержують шляхом контрольованої обробки розплавленого доменного шлаку водою, або водою та іншими агентами, такими як пара чи стиснуте повітря, або обома

3 гранульований доменний шлак є склоподібним гранульованим матеріалом, який утворюється при швидким охолодженні розплавленого доменного шлаку, наприклад, шляхом занурення до води

Уданому випадку, термін "доменний шлак" буде використовуватись надалі для позначення лише "повітряно-охопдженого доменного шлаку", а не спученого чи гранульованого доменного шлаку, якщо не буде зазначено інше

Ці продукти, при доданні CaO , можуть бути перетворені у зоні горіння обертової печі на $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (C_3S), $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (C_2S), $2\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ (C_2F), $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ (C_4AF), $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ (C_3A)

Досвід показав, що шлак доменної печі не має негативного впливу на роботу обертової цементної печі. Емісія летючих матеріалів із обертової печі покращується, оскільки шлак було попередньо піддано термообробці і більшість летючих матеріалів була вже вилучена, наприклад, діоксид вуглецю, вуглець, летюча органіка і т.ін. Але, як було зазначено у відомому рівні техніки, потрібен тонкий помел шлаку чи його подрібнення чи перетворення на порошок, що додає дорогу стадію до процесу виробництва цементу. Виробництво гранульованого шлаку також є дуже дорогим

Оскільки давно відомо, що багато які із хімікатів та хімічних сполук у доменному шлаку звичайно містяться у матеріалах для виробництва цементу, і оскільки доменний шлак наявний у великих кількостях, було би бажаним використовувати доменний шлак у процесі виробництва цементу, якщо його можна було використовувати у значно грубішому стані, ніж порошкоподібний чи гранульований стан, які повинні бути одержані зараз, і якщо його можна було би додавати до сировинних матеріалів, що завантажуються до випалювальної печі з завантажувального кінця випалювальної печі, замість і гарячого кінця

Даний винахід передбачає таке використання доменного шлаку і передбачає спосіб та пристрій для утилізації різних шлаків доменного процесу, які були розбиті та відсіянні до одержання грубодисперсного стану з діаметром часток основної фракції до 2" (50,8мм), коли грубодисперсний доменний шлак завантажуються до вхідного кінця печі разом з сировинними матеріалами, при чому забезпечуються всі переваги використання доменного шлаку за відомим рівнем техніки без недоліків, пов'язаних з вимогою забезпечити гранулювання шлаку чи тонкий помел, перетворення на порошок чи подрібнення шлаку та введення тонкодисперсного доменного шлаку до гарячого кінця випалювальної печі

Як було зазначено раніше, досвід заявника свідчить, що доменний шлак не має негативного впливу на роботу обертової цементної печі. Емісія летючих матеріалів із обертової печі покращується, оскільки доменний шлак було попередньо піддано теплової обробці і більшість летючих матеріалів було вилучено, наприклад, діоксид вуглецю, вуглець, летюча органіка і т.ін. Завдяки передісторії доменного шлаку, потрібний хімічний склад доменного шлаку було вже одержано під час процесу виробництва заліза, внаслідок чого зберігається енергія в процесі виробництва заліза. Таким чином, використання цього шлаку має ряд переваг. По-перше, як було зазначено раніше, не потрібно тонкого помелу, перетворення на порошок чи подрібнення шлаку. Великі кількості грубодисперсного шлаку (який визначено тут як доменний шлак, переважна частина якого має діаметр часток по суті до 2" (50,8 мм) можуть бути введені до складу цементного клінкеру, причому зміни хімічного складу матеріалу, який звичайно завантажують до обертової печі, будуть незначними. Подрібнення та відсів потрібні лише для часток шлаку діаметром понад 2" (50,8мм)

По-друге, не потрібна сушка шлаку. Вміст пригнаної вологи звичайно становить від 1% до 6%. В обертовій випалювальній печі, яка працює за мокрим способом, досягається значне зменшення вмісту вологи та економія. В обертовій випалювальній печі, яка працює за сухим способом, не потрібна сушка доменного шлаку

По-третє, не відбувається закупорювання випалювальної печі внаслідок утворення грязьового кілця чи накопичення клінкеру. В обертових випалювальних печах, які працюють як за мокрим, так і за сухим способом, грубодисперсний доменний шлак під час переміщення вздовж печі виявляє очищувальну дію на процеси накопичення матеріалу

По-четверте, грубодисперсний доменний шлак можна використати як частину вихідного сировинного матеріалу і вводити до випалювальної печі через її завантажувальний кінець. Доменний шлак і мокра чи суха сировина можуть вводитись до завантажувального кінця обертової печі як окремі матеріали, і можуть вводитись разом до завантажувального кінця обертової печі без попереднього змішування

По-п'яте, для звичайної сировини потрібні лише незначні зміни хімічного складу сировинної композиції для того, щоб зробити поправки на використання доменного шлаку. Звичайно це означає, що сировина повинна мати більший вміст вапна

По-шосте, структура хімічних сполук грубодисперсного доменного шлаку перетворюється на потрібну структуру цементного клінкеру під час теплової обробки усередині обертової печі шляхом дифузії

По-сьоме, при використанні доменного шлаку забезпечується значна економія енергії завдяки низькій температурі, при якій плавиться доменний шлак, а також тому, що не потрібен помел чи перетворення на порошок доменного шлаку

По-восьме, виробництво цементного клінкеру зростає майже пропорційно кількості використа-

ного доменного шлаку

По-дев'яте, покращується стан навколишнього середовища процесу випалення у обертовій печі внаслідок низького вмісту летючих речовин у доменному шлаку

По-десяте, утилізація доменного шлаку призводить до поліпшення стану навколишнього середовища, оскільки вона забезпечує важливий спосіб використання великої кількості наявного доменного шлаку та дозволяє уникнути будь-яких так званих проблем з утилізацією доменного шлаку

По-одиннадцяте, вартість виробництва цементу значно зменшується завдяки економії енергії та поставкам великої кількості дешевого доменного шлаку. Таким чином, метою даного винаходу є створення поліпшеного способу та пристрою для керування обертовою піччю для виробництва цементного клінкеру з використанням грубодисперсного доменного шлаку, який є побічним продуктом процесів виробництва заліза

Іншою метою даного винаходу є введення грубодисперсного доменного шлаку до обертової печі виробництва цементу з її завантажувального кінця

Ще однією метою даного винаходу є використання грубодисперсного шлаку, переважна частка якого має діаметр часток, який по суті дорівнює 2" (50,8мм) або менше

Таким чином, даний винахід стосується способу виробництва цементного клінкеру з використанням довгої обертової цементної випалювальної печі, яка має завантажувальний кінець та гарячий кінець, причому гарячий кінець нахилено донизу відносно завантажувального кінця, який включає стадії направлення тепла від джерела тепла до гарячого кінця печі, подачі потоку сировинного матеріалу, що містить вапно, до завантажувального кінця печі таким чином, щоб потік сировинного матеріалу переміщувався в напрямку тепла у гарячому кінці печі, і додання визначеної кількості подрібненого та відсіяного доменного шлаку до потоку сировинного матеріалу у завантажувальному кінці печі таким чином, щоб потік сировинного матеріалу і доменного шлаку переміщувався в напрямку до гарячого кінця печі, доменний шлак розплавлявся під дією тепла і дифундував до сировинного матеріалу з утворенням цементного клінкеру

Винахід також стосується пристрою для утворення цементного клінкеру, який включає обертову випалювальну цементну піч, що має завантажувальний кінець та гарячий кінець, причому гарячий кінець нахилено донизу відносно завантажувального кінця, джерело тепла у гарячому кінці для нагріву внутрішності обертової печі, і передаточний пристрій для подачі потоку сировинного матеріалу, що містить вапно і доменний шлак, до завантажувального кінця обертової печі таким чином, щоб по мірі того, як потік сировинного матеріалу і доменний шлак переміщуються до гарячого кінця випалювальної печі, доменний шлак під дією тепла дифундував до сировинного матеріалу з утворенням цементного клінкеру

СТИСЛИЙ ОПИС КРЕСЛЕНЬ

Ці та інші більш детально описані цілі даного винаходу будуть більш повно розкриті у подальшому детальному опису креслень, із яких

фіг 1 є загальним схематичним зображенням системи обертової випалювальної печі за даним винаходом для одержання цементного клінкеру, у якій сировинний матеріал і доменний шлак подаються разом до завантажувального кінця обертової печі,

фіг 2 є схематичним зображенням того, як сировинний матеріал і доменний шлак роздільно подаються до завантажувального кінця обертової печі,

фіг 3 є зображенням технологічної схеми процесу, за яким сировинний матеріал і доменний шлак подаються до завантажувального кінця випалювальної печі у вигляді суміші,

фіг 4 є зображенням технологічної схеми альтернативного варіанту процесу, за яким сировинний матеріал і доменний шлак роздільно подаються до завантажувального чи вхідного кінця обертової печі

ДЕТАЛЬНИЙ ОПИС КРЕСЛЕНЬ

Даний винахід дозволяє додавати подрібнений та відсіяний сирий доменний шлак до сировини, яка подається до випалювальної печі з завантажувального кінця обертової цементної печі, як окремий компонент з різними розмірами часток, причому переважна частина має діаметр часток не більше 2" (50,8мм). Термін "сирий" доменний шлак, який використовується у даному опису, позначає доменний шлак, який не було піддано ніякій обробці, за винятком подрібнення та відсіву доменного шлаку, що знаходиться у твердому стані. Більша частина доменного шлаку має діаметр часток менш за 2" (50,8мм). Але деякі із них більше 2" (50,8мм), внаслідок чого потрібен процес подрібнення та відсіву для забезпечення бажаного розміру переважної частини часток, який становить по суті 2" (50,8мм) або менше. Даний винахід не потребує тонкого помелу, перетворення на порошок чи подрібнення доменного шлаку. Винахід забезпечує спосіб утилізації різних доменних шлаків у більш грубодисперсному стані, ніж це було раніше визнано у технології обертових цементних випалювальних печей, який дозволяє елементам хімічний сполук доменного шлаку, наприклад, силікатам та алюмосилікатам кальцію та ін., перетворитись на складову частину цементного клінкеру. Як зрозуміло фахівцям у даній галузі, треба розуміти хімію шлаку та контролювати його використання як частини загальної кількості інгредієнтів цементу, так що кількість доменного шлаку, який додано до сировини, повинна бути збалансована з сировинними матеріалами та їх хімічними сполуками

При випробуваннях на випалювання у лабораторній печі 100% доменного шлаку було визначено точку плавлення доменного шлаку, яка є ключовим параметром для його використання у цементній печі. Як видно з таблиці, точка плавлення, яка була визначена для доменного шлаку, дорівнює 2552°F (1400°C), що дозволяє подавати доменний шлак до завантажувального кінця випалювальної печі у вигляді часток досить крупного

розміру, причому переважна частина має діаметр

часток до 2" (50,8мм)

ТАБЛИЦЯ 1

ВИПАЛЮВАННЯ У ЛАБОРАТОРНІЙ ПЕЧІ ВПЛИВ НА ШЛАК

	Температура	Проміжок часу	Ніякого	Трохи липкий	Плавиться
Початок	800°C	15хв	X		
	1000°C	15 хв	X		
	1100°C	15хв	X		
	1200°C	15хв	X		
	1300°C	15хв	X		
	1385°C	15 хв	X		
	1395°C	15 хв		X	
	1400°C	15 хв			X

Таблиця 1 ілюструє вплив нагріву до різної температури на доменний шлак. Випробування, результати яких наведено в Таблиці 1, проводились протягом 15 хвилин при кожній температурі зі шлаком, розмір часток якого становив приблизно 3/8" (9,5мм). В результаті цих випробувань було встановлено, що шлак не спричинить згущення шламу у ланцюговій секції обертової печі, утворення грязьових кілець чи підвищеної втрати пилу внаслідок розміру часток. Крім того, він зменшить вміст води на 2,2% чи більше, в залежності від кількості доменного шлаку. Доменний шлак починає плавитись та змішуватись з іншими сировинними матеріалами десь між зоною кальцинації та зоною випалювання обертової печі. Завдяки низькій точці плавлення, цей матеріал не потрібно молоти, перетворювати на порошок чи подрібнювати, тоді як за відомим рівнем техніки 80% матеріалу повинно було проходити крізь сито 200 меш для проходження хімічної взаємодії з іншими інгредієнтами. Утворення силікатів та алюмосилікатів кальцію та інших основ, які є подібними до сполук цементного клінкера або тими самими сполуками, вже відбулось у доменному шлаку під час процесу виробництва сталі. Ці сполуки, при доданні CaO можуть бути перетворені на $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (C_2S), $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (C_3S), $2\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ (C_2F), $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ (C_3A) та $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ (C_4AF) при дуже малих додаткових затратах тепла. Ці сполуки є основними хімічними сполуками цементного клінкера.

Пристрій за даним винаходом зображено на фіг 1. Пристрій 10 включає обертову випалювальну піч 12, яка підтримується добре відомим способом фланцями 14, які обертаються разом із піччю. Випалювальна піч має завантажувальний кінець 16 та гарячий кінець чи зону горіння 18. Гарячий кінець 18 нахилено донизу відносно завантажувального кінця 16, як добре відомо фахівцям у даній галузі. Джерело палива 20 створює полум'я 22 у гарячому кінці 18 обертової випалювальної печі 12 для забезпечення температури приблизно 1500°C (2732°F). Сировинні матеріали для виробництва цементу чи сировина, така як вапно, глина, пісок і т. ін., переносяться стрічковим конвеєром з перемінною швидкістю руху 24 до обертової печі 12. Якщо використовується мокрий шлак, стрічковий конвеєр з перемінною швидкістю руху 24 буде подавати сировину до млина 26 та від млина 26 до завантажувального кінця 16 обертової печі 12. Сировина переміщується потоком 28

через обертову піч 12 в напрямку до полум'я 22. В обертовій печі 12 відбуваються добре відомі хімічні процеси і з гарячого кінця 18 печі 12 виходить цементний клінкер 30 для подальшої переробки. Пристрої для контролю забруднення 32 та 34, які є добре відомими фахівцям у цій галузі, розташовані відповідно у гарячого кінця та завантажувального кінця випалювальної печі 12. У гарячого кінця 18, із пристрою для контролю забруднення 32 відхідні гази 38 викидаються до атмосфери, а регеновані відхідні продукти 40 збираються.

У завантажувального кінця 16 пристрій для контролю забруднення 34 вилучає відхідні гази 36, що викидаються, та регенерує відхідні продукти 42.

За даним винаходом, доменний шлак 44 подається транспортуючим пристроєм 46, таким як стрічковий конвеєр з перемінною швидкістю руху, до сировинного матеріалу 48, який завантажується через пилословлюючий бункер 56 (фіг 2) на завантажувальному кінці обертової печі 12. Регулятор 25 контролює швидкість конвеєрний стрічок 24 і 46 таким чином, щоб забезпечити подання потрібної частки доменного шлаку 44 відносно сировини у залежності від їх хімічних складів. Такий контроль є добре відомим фахівцям у даній галузі і не буде описуватись детально.

Фіг 2 є схематичним зображенням пристрою для забезпечення роздільного подання доменного шлаку і сировини до завантажувального кінця обертової печі 12. На фіг 2 видно, що доменний шлак 50 скидається до бункера 52 та подається транспортуючою системою 54 угору, де вивантажується у позиції 55 для проходження через пилословлюючий бункер 56 до завантажувального кінця 16 обертової печі 12. Подання матеріалу до завантажувального кінця випалювальної печі може здійснюватись будь-яким добре відомим способом. Аналогічно, сировинний матеріал 58 скидається до бункера 60, звідки він подається угору транспортуючим пристроєм 62 та скидається до бункера 56 для подання до завантажувального кінця 16 обертової печі 12. Як пристрій за фіг 1, так і пристрій за фіг 2 забезпечує бажані результати.

У Таблиці II наведено результати хімічного аналізу доменного шлаку, який було відібрано наугад з відвалів доменного шлаку. Звичайно, хімічний аналіз доменного шлаку може відрізнитись від значень, наведених у Таблиці II, в залежності від шлаку.

ТАБЛИЦЯ II

ДОМЕННИЙ ШЛАК

ЕЛЕМЕНТИ	ДОМЕННИЙ ШЛАК
SiO ₂	35,76
AlO ₃	9,42
Fe ₂ O ₃	0,63
CaO	40,01
MgO	8,55
SO ₃	2,70
P ₂ O ₅	0,00

TiO ₃	0,00
Na ₂ O	0,32
K ₂ O	0,57

Видно, що склад доменного шлаку є придатним для виробництва цементу

Таблиця III ілюструє розрахунки типової сировинної суміші, яка містить 0% доменного шлаку, 89,67% вапна, 4,42% сланцю, 4,92% піску і 0,99% сланцю

ТАБЛИЦЯ III

РОЗРАХУНОК СУМІШІ ТИПУ I - 0% ШЛАКУ

	ВАПНО	СЛАНЕЦЬ	ПІСОК	РУДА
SiO ₂	8,25	49,25	90,00	0,81
AlO ₃	2,31	18,60	3,24	0,28
Fe ₂ O ₃	1,30	5,79	1,90	96,17
CaO	47,60	3,30	0,51	0,51
MgO	0,46	1,25	0,07	0,70
SO ₃	0,90	3,37	0,13	0,11
P ₂ O ₅	0,00	0,00	0,00	0,00
TiO ₃	0,00	0,00	0,00	0,00
Na ₂ O	0,10	0,73	0,03	0,03
K ₂ O	0,50	3,10	0,31	0,04
АНАЛІЗ КЛІНКЕРУ				
		ШЛАМ		КЛІНКЕР
SiO ₂		14,01		21,78
AlO ₃		3,08		4,75
Fe ₂ O ₃		2,46		3,83
CaO		42,86		66,62
MgO		0,48		0,74
SO ₃		0,96		0,75
P ₂ O ₅		0,00		0,21
TiO ₃		0,00		0,21
Na ₂ O		0,12		0,19
K ₂ O		0,60		0,50
ВСЬОГО				99,59
S/R			2,42	
A/F			1 35	
C ₃ S			63,33	
C ₂ S			14,66	
C ₃ A			7,22	
C ₄ AF			11,65	

Таблиця IV ілюструє випробний розрахунок суміші, яка містить 5% доменного шлаку, 86,11%

вапна, 4,14% сланцю, 3,76% піску і 0,97% прокатної окалини

ТАБЛИЦЯ IV

ТИП I З ДОДАТКОМ 5% ДОМЕННОГО ШЛАКУ

ЕЛЕМЕНТИ	ВАПНО MIDL	СЛАНЕЦЬ	ПІСОК PHILLIP3	ПРОКАТНА ОКАЛИНА	ДОМЕННИЙ ШЛАК
SiO ₂	8,25	49,25	90,00	0,81	35,76
AlO ₃	2,31	18,60	3,24	0,28	9,42
Fe ₂ O ₃	1,30	5,79	1,90	96,17	0,63
CaO	47,60	3,30	0,51	0,51	40,01
MgO	0,46	1,25	0,07	0,70	8,55
SO ₃	0,90	3,37	0,13	0,11	2,70
P ₂ O ₅	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

13	46015	14
TiO ₃	0,00	0,00
Na ₂ O	0,10	0,03
K ₂ O	0,50	0,04
АНАЛІЗ КЛІНКЕРУ		
	ШЛАМ	КЛІНКЕР
SiO ₂	13,19	21,38
AlO ₃	3,04	4,98
Fe ₂ O ₃	2,51	3,76
CaO	43,36	66,33
MgO	0,48	1,14
SO ₃	0,97	0,70
P ₂ O ₅	0,00	0,22
TiO ₃	0,00	0,22
Na ₂ O	0,12	0,12
K ₂ O	0,60	0,50
ВСЬОГО		99,47
S/R		2,33
A/F		1 44
C ₃ S		63,76
C ₂ S		13,20
C ₃ A		8,00
C ₄ AF		11,44

Таблиця V ілюструє випробний розрахунок суміші, яка містить 10% доменного шлаку, 82,66%

вапна, 2,94% сланцю, 3,32% піску і 1,08% прокатної окалини

ТАБЛИЦЯ V
ТИП I З ДОДАТКОМ 10% ДОМЕННОГО ШЛАКУ

ЕЛЕМЕНТИ	ВАПНО MIDL	СЛАНЕЦЬ	ПІСОК PHILLIPS	ПРОКАТНА ОКАЛИНА	ДОМЕННИЙ ШЛАК
SiO ₂	8,25	49,25	90,00	0,81	35,76
AlO ₃	2,31	18,60	3,24	0,28	9,42
Fe ₂ O ₃	1,30	5,79	1,90	96,17	0,63
CaO	47,60	3,30	0,51	0,51	40,01
MgO	0,46	1,25	0,07	0,70	8,55
SO ₃	0,90	3,37	0,13	0,11	2,70
P ₂ O ₅	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TiO ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na ₂ O	0,10	0,73	0,03	0,03	0,32
K ₂ O	0,50	3,10	0,31	0,04	0,57
АНАЛІЗ КЛІНКЕРУ					
	ШЛАМ	КЛІНКЕР			
SiO ₂	12,52	21,30			
AlO ₃	2,85	4,98			
Fe ₂ O ₃	2,61	3,76			
CaO	43,85	66,09			
MgO	0,47	1,53			
SO ₃	0,94	0,70			
P ₂ O ₅	0,00	0,22			
TiO ₃	0,00	0,22			
Na ₂ O	0,13	0,24			
K ₂ O	0,57	0,50			
ВСЬОГО		99,54			
S/R		2,32			
A/F		1 44			

C ₃ S		63,39
------------------	--	-------

Продовження таблиці V

15	46015	16
C ₂ S		13,25
C ₃ A		8,00
C ₄ AF		11,44

Таблиця VI ілюструє випробний розрахунок суміші, яка містить 15% доменного шлаку, 74,22%

вапна, 1,68% сланцю, 2,93% піску і 1,16% прокатної окалини

ТАБЛИЦЯ VI

ТИП I З ДОДАТКОМ 15% ДОМЕННОГО ШЛАКУ

ЕЛЕМЕНТИ	ВАПНО MIDL	СЛАНЕЦЬ	ПІСОК PHILLIPS	ПРОКАТНА ОКАЛИНА	ДОМЕННИЙ ШЛАК
SiO ₂	8,25	49,25	90,00	0,81	35,76
AlO ₃	2,31	18,60	3,24	0,28	9,42
Fe ₂ O ₃	1,30	5,79	1,90	96,17	0,63
CaO	47,60	3,30	0,51	0,51	40,01
MgO	0,46	1,25	0,07	0,70	8,55
SO ₃	0,90	3,37	0,13	0,11	2,70
P ₂ O ₅	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TiO ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na ₂ O	0,10	0,73	0,03	0,03	0,32
K ₂ O	0,50	3,10	0,31	0,04	0,57
АНАЛІЗ КЛІНКЕРУ					
		ШЛАМ		КЛІНКЕР	
SiO ₂		11,78		21,21	
AlO ₃		2,64		4,98	
Fe ₂ O ₃		2,71		3,74	
CaO		44,45		65,81	
MgO		0,47		1,91	
SO ₃		0,91		0,70	
P ₂ O ₅		0,00		0,22	
TiO ₃		0,00		0,22	
Na ₂ O		0,11		0,24	
K ₂ O		0,54		0,50	
ВСЬОГО				99,51	
S/R				2,32	
A/F				1,44	
C ₃ S				63,09	
C ₂ S				13,21	
C ₃ A				7,98	
C ₄ AF				11,38	

Таблиця VII ілюструє випробний розрахунок

суміші, яка містить 30% доменного шлаку, 1,81% прокатної окалини, 0,33% піску і 67,86% вапна

ТАБЛИЦЯ VII

ТИП I З ДОДАТКОМ 30% ДОМЕННОГО ШЛАКУ

ЕЛЕМЕНТИ	ВАПНО MIDL	РУДА	ПІСОК	ДОМЕННИЙ ШЛАК
SiO ₂	8,25	0,81	90,00	35,76
AlO ₃	2,31	0,28	3,24	9,42
Fe ₂ O ₃	1,30	96,17	1,90	0,63
CaO	47,60	0,51	0,51	40,01
MgO	0,46	0,70	0,07	8,55
SO ₃	0,90	0,11	0,13	2,70
P ₂ O ₅	0,00	0,00	0,00	0,00
TiO ₃	0,00	0,00	0,00	0,00
Na ₂ O	0,10	0,03	0,03	0,32
K ₂ O	0,50	0,04	0,31	0,57
АНАЛІЗ КЛІНКЕРУ				
		ШЛАМ		КЛІНКЕР
SiO ₂		8,44		20,31

Продовження таблиці VII

Al ₂ O ₃		2,26		5,39
Fe ₂ O ₃		3,76		4,46
CaO		46,16		64,43
MgO		0,46		3,09
SO ₃		0,88		0,70
P ₂ O ₅		0,00		0,22
TiO ₃		0,00		0,22
Na ₂ O		0,10		0,24
K ₂ O		0,49		0,50
ВСЬОГО		62,55		99,57
S/R				2,06
A/F				1 21
C ₃ S				60,37
C ₂ S				12,75
C ₃ A				7,92
C ₄ AF				13,57

Видно, що Таблиці III, IV, V, VI і VII підтверджують придатність використання доменного шлаку (повітряно-охолодженого) для додання до сировинних матеріалів для виробництва цементу

Фіг 3 ілюструє спосіб за даним винаходом, за яким сировинний матеріал та доменний шлак змішують, як зображено на фіг 1, перед поданням до завантажувального кінця випалювальної печі. На стадії 76 постачається сировинний матеріал, який на стадії 78 змішується з доменним шлаком, який було подрібнено та відсіяно для одержання часток, які переважно мають діаметр, що не перевищує по суті 2 дюйми (50,8мм), на стадії 80 Змішаний матеріал потім подається до завантажувального кінця обертової печі на стадії 82

За процесом по фіг 4 доменний шлак та сировина подаються до завантажувального кінця обертової печі роздільно, як зображено на фіг 2. У такому випадку, на стадії 66 постачається сировинний матеріал, який за допомогою транспортного пристрою на стадії 68 подається до вхідного чи завантажувального кінця обертової печі. Доменний шлак подрібнюють та відсіюють для одержання фракції, яка переважно має діаметр часток, що не перевищує по суті 2 дюйми (50,8мм), на стадії 72, а одержаний кінцевий продукт на стадії 74 подається до вхідного чи завантажувального кінця обертової печі. На стадії 70 сировина та доменний шлак нагрівають в обертовій печі до утворення цементного клінкеру.

Таким чином, у цьому опису було викладено спосіб та пристрій для одержання цементного клінкеру з додатком грубодисперсного доменного шлаку, який подається, разом з сировинним матеріалом, до завантажувального кінця обертової печі. Грубодисперсний шлак визначено у даному опису як доменний шлак, який було подрібнено та відсіяно до одержання часток, переважна кількість яких має діаметр по суті не більше 2" (50,8мм). Даний винахід забезпечує багато переваг. Не потрібні тонкого помелу, перетворення на порошок чи подрібнення шлаку. Велика кількість грубодисперсного шлаку, переважна частина якого має діаметр часток до 2" (50,8мм), може бути введена

до складу цементного клінкеру, спричиняючи лише незначні зміни хімічного складу матеріалу, який звичайно завантажуються до обертової печі.

Не потрібна сушка шлаку. Вміст власної вологи становить звичайно від одного до шести процентів. В обертових випалювальних печах, що працюють за мокрим способом, досягається значне зменшення вологості та економія. В обертових випалювальних печах, що працюють за сухим способом, доменний шлак може висушуватись, але це не обов'язково.

За даним винаходом, грубодисперсний доменний шлак може бути використано у виробництві цементного клінкеру за допомогою обертових випалювальних печей як частину вихідної сировини. Доменний шлак і мокру (чи суху) сировину подають до завантажувального кінця обертової печі як окремі матеріали. Вони можуть також подаватись разом до завантажувального отвору печі після попереднього змішування. Закупорювання печі внаслідок утворення грязьових кілець чи нагромадження клінкеру не спостерігалось. В обертових печах, що працюють як за мокрим, так і за сухим способами, доменний шлак при переміщенні по печі виявляв очищувальну дію щодо нагромадження матеріалу.

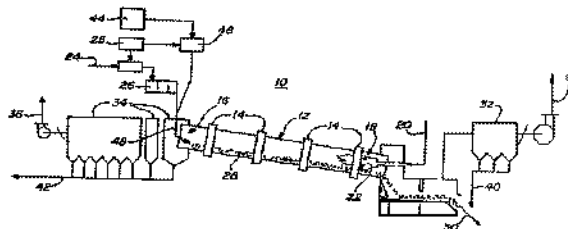
Потрібні лише незначні зміни хімічного складу звичайної сировини для внесення поправки на використання доменного шлаку. Це звичайно означає, що сировина повинна мати підвищений вміст вапна. Структура хімічних сполук грубодисперсного доменного шлаку перетворюється на потрібну структуру цементного клінкера під час теплової обробки в обертовій печі шляхом дифузії. Оскільки помел, перетворення на порошок чи роздрібнення доменного шлаку не потрібні, досягається значна економія енергії при використанні даного винаходу у виробництві цементного клінкеру. Випуск продукції зростає майже пропорційно кількості використаного шлаку. Крім цього, покращується стан навколишнього середовища біля обертової випалювальної печі завдяки низькому вмісту летючих сполук у доменному шлаку. Крім цього, утилізація доменного шлаку покращує стан навколишнього середовища та забезпечує

корисний спосіб використання доменного шлаку замість відведення великих земельних ділянок під зберігання доменного шлаку. Таким чином, утилізація доменного шлаку поліпшує стан навколишнього середовища і значно зменшує вартість виробництва цементу.

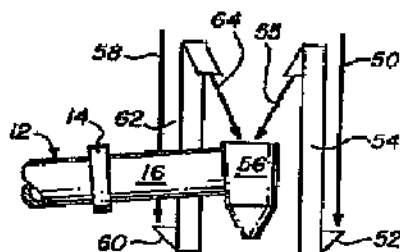
Хоч даний винахід було описано у зв'язку з бажаним варіантом виконання, це не повинно об-

межувати обсяг винаходу до описаної тут форми, але, навпаки, він повинен охоплювати такі варіанти, модифікації та еквіваленти, які можуть бути включені до духу та обсягу винаходу, який визначено формулою, що додається.

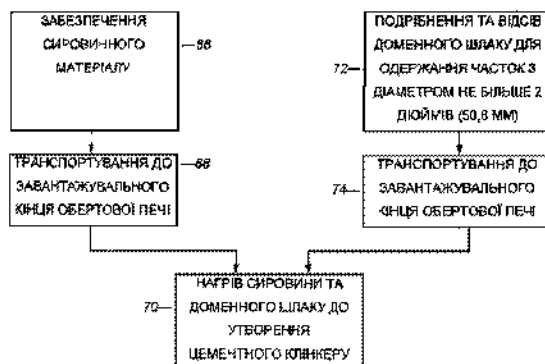
Спосіб виробництва цементного клинкеру та пристрій для його здійснення



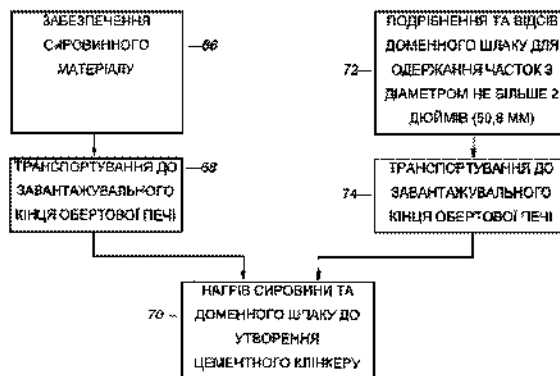
Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)
вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна
(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»
вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна
(044) 216 – 32 – 71