



УКРАЇНА

(19) UA (11) 77954 (13) C2

(51) МПК

C04B 7/43 (2007.01)

C04B 7/48 (2007.01)

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

(54) СПОСІБ ЗБІЛЬШЕННЯ ВИХОДУ ЦЕМЕНТНОГО КЛІНКЕРУ

1

(21) 2003087767
(22) 12.02.2002
(24) 15.02.2007
(86) PCT/CA02/00167, 12.02.2002
(31) 09/785,705
(32) 16.02.2001
(33) US
(46) 15.02.2007, Бюл. № 2, 2007 р.
(72) Отс Девід Брідсон, СА, Кейл Кевін Мойр, СА, Леу Поль Оноре, СА, Унгар Роберт Кім, СА, Хопкінс Дональд Стівен, СА, Кросс Джеймс Едвард, СА, Річ Майкл, СА
(73) ЛЯФАРЖ КАНАДА ІНК., СА
(56) UA 8277, А, 29.03.1996
UA 7941, А, 26.12.1995
SU 297610, 11.03.1971
SU 1280839, А1, 07.10.1990
US 4102700, А, 25.07.1978
US 4083730, А, 11.04.1978
(57) 1. Спосіб збільшення виходу цементного клінкеру, отриманого з пічного агрегату для випалювання цементу, що містить піч для виробництва цементного клінкеру і охолоджувач для охолодження цементного клінкеру, котрий надходить з печі, в ході якого:
а) в печі для випалювання цементу із сировинних інгредієнтів цементного клінкеру виробляють гарячий цементний клінкер;
б) подають гарячий цементний клінкер з етапу а) в охолоджувач;
в) подають подрібнений матеріал, який, за результатами аналізу, містить діоксид кремнію і оксид принаймні одного з елементів: кальцію і алюмінію, в контакт із згаданим гарячим цементним клінкером нижче по потоку від місця утворення гарячого цементного клінкеру в печі для випалювання вниз по потоку від зони випалювання печі або у верхньому кінці охолоджувача при температурі принаймні 1000 °С, причому подрібнений матеріал має розмір частинок, що забезпечує рівень плавлення частинок в кількості принаймні 50 % ваги, плавлять згаданий подрібнений матеріал до вигляду частково оплавленого матеріалу та вводять у взаємодію частково оплавлений матеріал з гарячим клінкером для одержання обробленої при високих температурах композиції цементного клінкеру, яка складається з частково оплавлених

2

кристалічних силікатів, що тверднуть у воді, охолоджують згадану композицію цементного клінкеру в охолоджувачі; та
г) отримують охолоджену композицію цементного клінкеру з охолоджувача, де згадана композиція має більший вміст цементного клінкеру, ніж обсяг гарячого цементного клінкеру на етапі б).
2. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що згаданим матеріалом є зола виносу.
3. Спосіб за п. 2, який відрізняється тим, що згадана зола виносу є золою виносу класу С.
4. Спосіб за п. 2, який відрізняється тим, що згадана зола виносу є золою виносу класу F.
5. Спосіб за одним із пп. 1-3 або 4, який відрізняється тим, що подрібнений матеріал з етапу в) знаходиться в кількості від 2 до 25 % за масою відносно сумарної маси гарячого цементного клінкеру і подрібненого матеріалу.
6. Спосіб за одним із пп. 2, 3 або 4, який відрізняється тим, що зола виносу з етапу в) знаходиться в кількості від 5 до 10 % за масою відносно сумарної маси гарячого цементного клінкеру і золи виносу.
7. Спосіб за одним із пп. 2-4 або 6, який відрізняється тим, що зола виносу контактує із згаданим гарячим цементним клінкером у верхньому по потоку кінці згаданого охолоджувача при температурі від 1000 до 1400 °С.
8. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що згаданим матеріалом є зольний залишок.
9. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що згаданим матеріалом є доменний шлак.
10. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що згаданим матеріалом є шлак після виплавки сталі.
11. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що згаданим матеріалом є шлак після виплавки кольорових металів.
12. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що згаданим матеріалом є випари діоксиду кремнію.
13. Спосіб за будь-яким одним із пп. 1-12, який відрізняється тим, що принаймні 70 % за масою подрібненого матеріалу плавиться з утворенням частково оплавленого матеріалу, який реагує з гарячим клінкером.
14. Спосіб за будь-яким одним із пп. 1-12, який відрізняється тим, що принаймні 90 % за масою подрібненого матеріалу плавиться з утворенням

(13) C2

(11) 77954

(19) UA

частково оплавленого матеріалу, який реагує з гарячим клінкером.

15. Спосіб за одним із пп. 2-4, 6 або 7, який **відрізняється** тим, що зола виносу забруднена вуглецем, і вуглець окислюється в екзотермічній реакції, а тепло від згаданої екзотермічної реакції сприяє плавленню подрібненого матеріалу з утворенням частково оплавленого матеріалу; і принаймні 90 % за масою подрібненого матеріалу плавиться з утворенням частково оплавленого матеріалу, який реагує з гарячим клінкером.

16. Спосіб за п. 15, який **відрізняється** тим, що зола виносу з етапу в) знаходиться в кількості від 5 до 10 %, за масою, відносно сумарної маси гарячого цементного клінкеру і подрібненого матеріалу.

17. Спосіб за одним із пп. 1, 8-11 або 12, який **відрізняється** тим, що подрібнений матеріал контактує з гарячим цементним клінкером на етапі в) при температурі принаймні від 1000 до 1400 °С.

18. Спосіб за будь-яким одним із пп. 1-17, який **відрізняється** тим, що подрібнений матеріал контактує з гарячим цементним клінкером у печі для випалювання цементу нижче по потоку від місця утворення цього цементного клінкеру.

19. Спосіб за будь-яким одним із пп. 1-18, який **відрізняється** тим, що подрібнений матеріал подають на етапі в) разом з додаванням модифікатора для регулювання хімічного складу або як допоміжний засіб для процесу.

Винахід стосується способу збільшення виходу цементного клінкеру, отриманого з пічного агрегату для випалювання цементу.

На цементному заводі цементний клінкер утворюється при високих температурах в печі для випалювання цементу із сировинних інгредієнтів цементного клінкеру, які рухаються через піч від її завантажувального кінця до розвантажувального кінця, проходячи при високій температурі через різні зони обробки.

Отримуваний гарячий цементний клінкер, який на виході із зони випалювання і біля розвантажувального кінця печі зазвичай має температуру порядку 1400 °С, подається в холодильник, системі для охолодження клінкеру, де він рухається у вигляді шару клінкеру від вхідного отвору холодильника до його вихідного отвору, наприклад, на охолоджуючій колосниковій решітці. Для охолодження гарячого клінкеру через шар продувається повітря з допомогою сопел, розміщених під колосниковою решіткою. В залежності від конфігурації холодильника біля його вхідного отвору клінкер має температуру, трішки допомогою спінення; та обробка золи виносу з метою випалювання вуглецю в камерах згоряння із псевдозрідженим шаром.

Зольний залишок також містить вуглець, як забруднювальну речовину, і його переважно необхідно видалити, якщо ця зольний залишок повинна змішуватися з цементом.

Відома пропозиція додавати золу від спалювання вугілля до цементного клінкеру в холодильнику агрегату цементної печі при виробництві змішаних цементів (патент США №5,837,052). У цій відомій пропозиції зберігаються цілісність і ідентичність золи від спалювання вугілля, а забруднювальний вуглець окислюється за рахунок тепла гарячого клінкеру під час його охолодження в холодильнику, внаслідок чого виготовляється суміш цементного клінкеру і вільної від вуглецю вугільної золи.

З патенту США №5,976,243 відома також пропозиція додавати доменний шлак до цементного клінкеру в холодильнику агрегату цементної печі з метою вигнати воду з шлаку і виготовити суміш цементного клінкеру і доменного шлаку, в якій

збережені цілісність і ідентичність цього шлаку. В патенті США №5,650,005 запропоновано підвищити вміст вільного вапна в цементному клінкері шляхом додавання до нього джерела вільного вапна.

Задачею цього винаходу є запропонувати спосіб для підвищення чи збільшення виходу цементного клінкеру, отриманого з пічного агрегату для випалювання цементу.

Відповідно до винаходу пропонується спосіб збільшення виходу цементного клінкеру, отриманого з пічного агрегату для випалювання цементу, що містить піч для виробництва цементного клінкеру і холодильник для охолодження цементного клінкеру, котрий надходить із згаданої печі, який (спосіб) складається з:

а) виробництва гарячого цементного клінкеру із сировинних інгредієнтів цементного клінкеру в печі для випалювання цементу;

б) подавання гарячого цементного клінкеру з етапу а) в холодильник;

нижчу за 1400 °С, а біля вихідного отвору холодильника клінкер має температуру порядку 120 °С.

Охолоджений цементний клінкер розмелюється до бажаної тонни і використовується в такому вигляді, або ж у деяких випадках з метою виготовлення змішаного цементу він може змішуватися з наповнювачами, особливо такими, що мають пуцоланові властивості. Наповнювачі забезпечують економію цементного клінкеру відносно його вмісту в готовому продукті - цементі. Наповнювачами є, зокрема, побічні продукти промислових процесів, які (продукти) мають високий вміст кремнезему і, крім того, містять кальцій та/або алюміній в окисленій формі, головним чином, у вигляді оксидів або карбонатів. До таких наповнювачів відносяться золи від спалювання вугілля, а більш конкретно, золи виносу і подовий шар золи; доменний шлак і випари кремнезему. Крім того, для регулювання хімічного складу або як допоміжний засіб до використання наповнювача, наприклад, у випадку, де бажана агломерація, можуть бути застосовані модифікатори, такі, як вапно, пил цементної печі та зіпсовані цемент або цементний клінкер.

Особлива увага, яка приблизно з 1986 року приділяється регулюванню складу відхідних газів від електростанцій, призвела до установа палників з низьким вмістом NO_x , як засобів зниження вмісту оксидів азоту у відхідних газах. Поштовхом до цих заходів регулювання було збільшення вмісту вуглецю в пуцолановій золі виносу типу F і в меншій мірі в золі типу C. Крім того, на збільшення рівню вуглецю у золі виносу вплинуло також додавання невеликих рівнів нафтового коксу до лігніту, бітумінозного вугілля і напівбітумінозного вугілля на деяких електростанціях.

Вуглець у такому вигляді, як він міститься в золі від спалювання вугілля, є шкідливою забруднювальною речовиною для цементу, вплив якої проявляється у захопленні хімічно активних речовин, внаслідок чого експлуатаційні властивості бетону погіршуються.

До відомих спроб видалення вуглецю з золи виносу відносяться електростатичне розділення; змішування золи виносу з такою рідиною, як гас, і виділення вуглецю з

в) подавання матеріалу у вигляді частинок, який містить кремнезем і оксид принаймні одного з елементів: кальцію і алюмінію, в контакт із згаданим гарячим цементним клінкером нижче по потоку від місця утворення згаданого гарячого цементного клінкеру та надання можливості згаданому матеріалу розплавившись набуті вигляду частково оплавленого матеріалу, хімічної реакції згаданого частково оплавленого матеріалу з гарячим клінкером для продукування обробленої при високих температурах композиції цементного клінкеру, яка складається з частково оплавлених кристалічних силікатів, що тверднуть у воді, охолодження згаданої композиції цементного клінкеру в згаданому холодильнику; та

г) отримання охолодженої композиції цементного клінкеру із згаданого холодильника, де згадана композиція має більший вміст цементного клінкеру, ніж обсяг гарячого цементного клінкеру на етапі б).

Спосіб згідно з винаходом підвищує чи збільшує вихід цементного клінкеру, отриманого з холодильника печі для випалювання цементу, без зміни хімії, інгредієнтів або процесу, або ж робочих параметрів цементної печі.

Це є важливою перевагою, оскільки оператори цементних печей консерватори за природою і демонструють велике небажання у будь-який спосіб змінювати робочі параметри печі для випалювання цементу, яка задовільно працює.

Наповнювачі, які використовуються у винаході, є матеріалами з високим вмістом кремнезему і, крім того, містять кальцій, алюміній або обидва ці елементи у формі, в якій вони будуть реагувати з кремнеземом при високих температурах в холодильнику пічного агрегату для випалювання цементного клінкеру, з утворенням композиції, яка складається переважно з кристалічних силікатів кальцію і алюмінію, що тверднуть у воді. Кальцій і алюміній зазвичай присутні у вигляді оксиду кальцію і оксиду алюмінію відповідно, однак у меншій кількості вони можуть бути присутні у вигляді силікатів, наприклад, силікат кальцію і силікат алюмінію, та алюмосилікатів, таких, як алюмосилікат

кальцію.

Наповнювач може бути аморфним або кристалічним і типово містить кремнезем і сполуки кальцію та/або алюмінію.

Ланцюгові молекули силікатів придатних наповнювачів, якими можуть бути силікати кальцію або алюмінію, або ж обидва, зазвичай містять ті самі силікати, що і цементний клінкер, але із значно меншою кількістю кальцію, наприклад, золи від спалювання вугілля, доменний шлак і випари кремнезему, всі з яких є побічними продуктами промислових процесів або виробництва. Для регулювання хімічного складу або як допоміжний засіб до використання наповнювача, наприклад там, де бажана агломерація, можуть бути застосовані модифікатори. До них можна віднести такі матеріали, як вапно, пил цементної печі і цемент.

При високих температурах нижче по потоку від місця утворення цементного клінкеру в печі, в умовах високотемпературної обробки наповнювачі у вигляді частинок плавляться до частково оплавленого стану, в якому вони хімічно реагують з гарячим цементним клінкером, продукуючи композицію цементного клінкеру, яка переважно складається з кристалічних силікатів кальцію, що тверднуть у воді, і яка є композицією, обробленою при високих температурах.

У першому варіанті здійснення винаходу високотемпературна реакція проходить у верхньому по потоку кінці холодильника поблизу входу цементного клінкеру, де температура становить від 1400°C до 1000°C .

У другому варіанті здійснення винаходу високотемпературна реакція може відбуватися також у печі для випалювання цементу нижче по потоку від зони печі, в якій утворюється цементний клінкер, а більш конкретно, всередині печі біля її розвантажувального кінця; розвантажувальний кінець печі є місцем, що має особливі переваги для додавання наповнювачів у вигляді крупних частинок. Хімічні реакції в печі, які формують гарячий цементний клінкер, що є продуктом цієї печі, проходять в зоні випалювання, а тому в цьому другому варіанті винаходу додавання наповнювача здійснюється нижче по потоку від зони випалювання.

Наповнювач у вигляді частинок повинен мати розмір частинок, який допускає задовільний рівень часткового оплавлення в процесі високотемпературної обробки з урахуванням точки додавання наповнювача до гарячого цементного клінкеру. Загалом принаймні 1%, за масою, більш звично принаймні 50%, за масою, переважно принаймні 70%, за масою, а найпереважніше принаймні 90%, за масою, наповнювача повинні бути частково оплавленими в процесі високотемпературної обробки.

Слід визнати, що загалом при заданих температурах і тривалості її впливу частинки менших розмірів будуть з більшою легкістю оплавлятися, ніж більші частинки. Однак, більші частинки, маючи пористу ніздрювату структуру, можуть частково оплавлятися так само швидко, як і частинки менших розмірів.

Швидкість та ступінь часткового оплавлення наповнювача у вигляді частинок буде залежати від багатьох факторів, до яких відносяться фізична

форма і розмір частинок, температура гарячого цементного клінкеру в точці додавання наповнювача у вигляді частинок, період часу, протягом якого наповнювач у вигляді частинок піддається дії високих температур гарячого клінкеру, конфігурація пічного агрегату і теплова енергія екзотермічної реакції, наприклад, та, що виділяється при вигоранні вуглецю з золи виносу, забрудненої вуглецем.

Типово зола виносу має розмір частинок менший за 100 мікронів, і вона може бути застосована в такому вигляді.

а) Зола від спалювання вугілля

Термін "зола від спалювання вугілля", як він вживається в даному винаході, стосується залишку, що утворюється в печах для спалювання вугілля від спалювання розпиленого антрацити або лігніту, або ж бітумінозного або напівбітумінозного вугілля. Така зола від спалювання вугілля містить золу виносу, яка є вугільною золою у вигляді окремих дрібних частинок, що виносяться з печі вихлопними або димовими газами; і зольний залишок, яка збирається на дні печі у вигляді агломератів.

Зола від спалювання вугілля, яка застосовується в даному винаході, може бути золою виносу типу F або типу C, і зазвичай у випадку типу F вона забруднена вуглецем; або зольним залишком, так само забрудненою вуглецем, яка є наслідком застосування пальників з низьким вмістом NO_x з метою зменшення вмісту оксидів азоту на електростанціях, що працюють на спалюваному вугіллі, або загалом внаслідок нерівномірного горіння вугільних пальників; або ж внаслідок додавання невеликих рівнів нафтового коксу до лігніту і напівбітумінозного та бітумінозного вугілля.

Згадані вище золи виносу типу F і типу C охарактеризовані в стандартах CSA Standard A23.5 та ASTM C618, на які тут робиться посилання.

Зола виносу класу C типово має аналітичний вміст CaO більший 8%, за масою, а загалом - більший 20%, за масою. Під аналітичним вмістом CaO мається на увазі загальний вміст Ca , виражений у вигляді оксиду CaO , аналітичний вміст CaO може охоплювати вільне вапно, тобто вільний CaO і CaO , присутній у хімічно зв'язаному стані, наприклад, у силікатах кальцію і алюмінатах кальцію, кристалічних меліліті ($\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_8$) та мервініті ($\text{Ca}_3\text{MgSi}_2\text{O}_7$). Вміст вільного вапна у золі виносу класу C типово не перевищує 3%, за масою, від аналітичного вмісту.

Зола виносу типу F може містити від 1 до 30%, більш звично від 1 до 15%, і типово від 1 до 10%, за масою, вуглецю. Зола виносу типу F звичайно має аналітичний вміст CaO менший 8%, а типово - менший 5%, за масою.

Типово більша частина золи виносу, щонайменше порядку 80%, за масою, складається з частинок розміром менше 45 мікронів.

Зольний залишок, зазвичай, добувається з дна печі у вигляді гранул, з яких 80%, за масою, мають розмір в інтервалі від 100 мікронів до 8 см. Маючи те саме джерело походження, зольний залишок матиме хімічний склад, аналогічний хімічному складу більш дрібної золи виносу. Перед додаванням до цементного клінкеру в холодильнику, золь-

ний залишок розмелюється або подрібнюється відповідним чином до отримання дрібних частинок, проте розмір частинок не є критичним за умови, що досягнуто бажане часткове оплавлення.

б) Шлак

Доменний шлак є побічним продуктом від виробництва чавуну в доменній печі; основними елементними складовими шлаку є: кремній, кальцій, алюміній, магній та кисень.

До доменних шлаків відносяться охолоджений повітрям шлак, який є результатом тверднення розплавленого доменного шлаку при атмосферних умовах; гранульований доменний шлак, склоподібний гранульований матеріал, який утворюється, коли розплавлений доменний шлак швидко охолоджують зануренням у воду; доменний шлак у вигляді кульок, який утворюється при просуванні розплавленого шлаку над вібруючою завантажувальною пластиною, де він збільшує свою площу і охолоджується водяними струменями, звідки він надходить на обертовий барабан, а далі вивантажується в повітря, де швидко твердне у вигляді сферичних кульок.

Типово в пустотах між частинками доменний шлак містить від 3 до 20%, загалом від 5 до 15%, за масою, води.

Даний винахід охоплює доменні шлаки, до яких загалом входять доменні шлаки, охолоджувані повітрям, і доменні шлаки, охолоджувані водою.

Доменним шлаком може бути, наприклад, гранульований доменний шлак або доменний шлак у вигляді кульок. Ці шлаки мають склоподібну складову, яка є наслідком різкого охолодження у воді і яка типово перевищує 90%, за масою, і водяну складову в межах від 3 до 20%, загалом від 5 до 15%, за масою. Доменний шлак у вигляді кульок загалом має менший вміст води, в межах від 5 до 10%, за масою.

У гранульованого доменного шлаку розміри частинок або гранул сягають до 0,25 дюйма (6,35 мм) або до 4,75 мм. Кульки доменного шлаку у вигляді кульок сягають розміру в 0,5 дюйма (12,7 мм).

Аналітичний вміст північноамериканських доменних шлаків, визначений для аналітичних цілей у вигляді оксидів, за винятком вмісту сірки, показаний нижче в Таблиці:

Таблиця

Хімічна складова	
(у вигляді оксидів)	Вміст в %, за масою
SiO_2	32-42
Al_2O_3	7-16
CaO	32-45
MgO	5-15
S	0,7-2,2
Fe_2O_3	1-1,5
MnO	0,2-1,0

Шлак після виплавки сталі є побічним продуктом при виробництві сталі і може розглядатися тоді, коли він має хімічний склад, подібний до доменного шлаку; неприйнятні рівні магнію можуть обмежити його використання до обсягів малих

добавок.

Шлаки після виплавки кольорових металів, побічні продукти при виробництві різних кольорових металів з їх руд, також можуть розглядатися, коли їх хімічний склад подібний до доменного шлаку.

в) Випари кремнезему

Випари кремнезему є побічним продуктом при виробництві кремнієвих або феросиліцієвих сплавів, який збирається при фільтруванні газів, що виходять з електродугової печі. Типово цей продукт має вміст діоксиду кремнію щонайменше 75%, за масою, і складається з дрібних сферичних частинок із середнім значенням діаметра порядку 0,1 мкм.

Нижче описано запропонований спосіб з посиленням на варіант здійснення винаходу, в якому наповнювачем є зола від спалювання вугілля, більш конкретно, зола виносу, забруднена вуглецем, проте винахід так само може бути застосованим до золи виносу, не забрудненої вуглецем, та до зольного залишку, забрудненої або незабрудненої вуглецем.

Зола виносу, що містить вуглець, додається до гарячого цементного клінкеру, який переміщується в холодильник, нижче по потоку від зони випалювання цементної печі, на цьому етапі цементний клінкер гранульований і зазвичай складається з частинок розміром від 10 до 12 дюймів (від 25,4 до 30,48 см). Гарячий цементний клінкер переміщується вздовж траєкторії, яка пролягає від верхнього по потоку кінця холодильника до його нижнього по потоку кінця.

Шар цементного клінкеру типово має товщину від 6 до 24 дюймів (від 15,24 до 60,96 см) і переміщується зі швидкістю, яка змінюється залежно від розмірів холодильника і продуктивності печі; типова швидкість складає порядку від 2 до 6 футів за хвилину (від 1,016 до 3,048 см/сек), а температура клінкеру змінюється від порядку 1400°C біля вхідного отвору холодильника, безпосередньо нижче по потоку від зони випалювання цементної печі, до 100-150°C, типово порядку 120°C, біля отвору вивантажування клінкеру з холодильника.

Загалом тривалість обробки клінкеру в холодильнику складає від 15 до 60, більш звично від 20 до 40, а типово порядку 30 хвилин. Клінкер, що знаходиться в шарі, має різні розміри і може містити агломерати величиною від 10 до 12 дюймів (від 25,4 до 30,48 см). Через шар клінкеру, що рухається, спрямовані охолоджуючі струмені повітря, типово з-під шару. Для великого об'єму охолоджуючого повітря, поданого в холодильник, зазвичай існує два шляхи виходу, один - це загалом вгору по потоку в напрямі з холодильника до цементної печі, де воно виконує роль вторинного повітря для термічних процесів, які протікають у печі для випалювання цементу; інший - загалом вниз по потоку, де повітря виходить через пиловловлювачі в нижньому по потоку кінці холодильника.

Таким чином, уздовж шляху переміщення шару гарячий клінкер піддається дії охолоджуючого повітря, внаслідок чого, рухаючись від верхнього по потоку кінця до нижнього по потоку кінця, клінкер поступово охолоджується від приблизно 1400°C до порядку 150°C.

Зола виносу відповідним чином подається в

шар цементного клінкеру, що рухається, внаслідок чого вся зола виносу або її більша частина рухається з цементним клінкером в напрямі вихідного отвору холодильника. Крім того, зола виносу вводиться в шар цементного клінкеру, що рухається, в такій точці, яка забезпечує достатньо тривалий час обробки золи виносу в холодильнику при достатньо високій температурі, відповідно щонайменше 1000°C, а типово від 1000 до 1400°C, з метою випалювання утримуваного нею вуглецю і розплавлення золи виносу до стану частково оплавленого матеріалу, котрий хімічно реагує з гарячим клінкером в холодильнику з утворенням частково оплавленого, обробленого при високих температурах клінкеру, який складається в основному з силікатів кальцію, що тверднуть у воді.

Оскільки випалювання вмісту вуглецю є екзотермічною реакцією, тепло, виділене під час випалювання вуглецю, сприяє загальному процесу високотемпературної обробки в цементній печі, а також сприяє високотемпературному перетворенню золи виносу в кристалічні силікати, що тверднуть у воді.

Для введення в клінкер золи виносу можуть бути використані різні засоби нагнітання, конструкція відповідних засобів нагнітання і місце їх розташування в холодильнику добре відомі спеціалістам галузі.

Результати випробувань, проведених на цементному заводі, показують, що коли наповнювачем є зола виносу типу F у вигляді окремих дрібних частинок, то оптимальна точка вдування для конфігурації піч-холодильник знаходилась у першому, найвищому по потоку, відділенні холодильника, де температура була найвищою. Це суперечило очікуванням, що близькість печі призведе до втягування золи виносу з холодильника потоком повітря в основний корпус печі. Поверхня клінкера мала температуру, достатню для оплавлення і затримування частинок золи клінкером.

Наприклад, суха (або волога, або мокра) зола виносу може вводиться з допомогою шнека для забору матеріалу зі штабеля, сконструйованого так, щоб забезпечити адекватну дисперсію для посиленого змішування з шаром гарячого клінкеру, який знаходиться в холодильнику. Введення золи виносу всередину шару зводить також до мінімуму можливі її втрати за рахунок винесення повітрям, яке перетікає з холодильника в піч.

Наприклад, агломерована зола виносу, зольний залишок або шлак через більший розмір частинок можуть, для гарантування гарного змішування, подаватися в масу клінкеру нижче по потоку від зони випалювання, під час його переміщення з корпусу печі в холодильник. Наповнювач, наприклад, зола виносу, відповідним чином вноситься в клінкер у холодильник в кількостях, які забезпечують вміст наповнювача, наприклад, золи виносу в клінкері, порядку від 2 до 25%, переважно від 5 до 15%, а більш реально від 5 до 10%, за масою, відносно сумарної маси наповнювача і клінкеру.

Цементний клінкер, отриманий з холодильника, розмелюють до бажаної тонкості. При застосуванні способу згідно з винаходом зола виносу або інший наповнювач, за рахунок процесу часткового

оплавлення при високотемпературній обробці, об'єднується з цементним клінкером, збільшуючи вихід цементного клінкеру, отриманого з пічного агрегату.

На Фіг. схематично показано пічний агрегат, до складу якого входять піч і холодильник.

З Фіг. видно, що пічний агрегат 10 містить завантажувальний канал 12, обертову піч 14 і холодильник 16.

Піч 14 установлена з можливістю обертання відносно завантажувального каналу 12 і холодильника 16. Обертова піч 14 має зону 20 сушіння для використання при мокрому способі виробництва цементу, зону 22 декарбонізації, зону 24 випалювання і зону 26 попереднього охолодження біля розвантажувального кінця печі 14.

Обертова піч 14 поширюється від завантажувального отвору 18 до вихідного отвору 28 для клінкеру.

Агрегат палика, який установлено за межами печі 14, має паликове сопло 32, розташоване в камері 38 горіння, і це сопло 32 через отвір 28 проходить всередину печі 14. Від сопла 32 розходить полум'я 36.

Холодильник 16 має вхідний отвір 42, який зв'язаний з вихідним отвором 28 печі 14, і вихідний отвір 44. В холодильнику 16 установлена охолоджувальна колосникова решітка 40, а повітряні сопла 46, які розташовані під колосниковою решіткою 40, подають струмені охолоджувального повітря вгору через колосникову решітку 40 і шар 52 клінкеру, що утримується на цій колосниковій решітці 40. Агрегат 10 має відділення 54 повітряних сопел для подавання наповнювача, наприклад, забрудненої вуглецем золи виносу 50, з допомогою повітряного сопла 46, яке розташоване під охолоджувальною колосниковою решіткою 40 біля верхнього по потоку кінця холодильника 16, а більш конкретно, через верхнє по потоку повітряне відділення 54 холодильника 16.

Як видно, агрегат має також альтернативний отвір 56 для подавання наповнювача, наприклад, доменного шлаку, в піч 14 нижче по потоку від зони 24 випалювання, а більш конкретно, біля розвантажувального кінця печі 14 в зоні 26 попереднього охолодження. Холодильник 16 має отвір 48 для відведення повітря.

Охолоджувальна колосникова решітка 40 складається з множини пластин, розміщених поруч одна з одною. Деякі з пластин мають отвори, через які проходить охолоджувальне повітря. Частина пластин зафіксована, а інші установлені з можливістю коливатися туди і назад. Рух пластин, що коливаються, переміщує клінкер, а разом з ним і золу виносу. Повітря через колосникову решітку 40 продувається повітряними соплами 46, які зібрані в групи, причому кожна група зв'язана з відділенням повітряних сопел.

Охолоджувальна колосникова решітка 40 нахилена донизу від вхідного отвору 42 до вихідного отвору 44. За рахунок коливання частини пластин шар 52 клінкеру просувається в напрямі вихідного отвору 44, чому сприяють також нахил та наплив клінкеру, який надходить в холодильник 16 з печі 14.

Під час роботи сировинні інгредієнти цемент-

ного клінкеру у формі частинок подаються через завантажувальний канал 12 і завантажувальний отвір 18 у піч 14, де вони спочатку опиняються в зоні 20 сушіння. Піч 14 повільно обертається і нахилена донизу від отвору 18 до вихідного отвору 28. Під час обертання печі 14 інгредієнти повільно і послідовно просуваються через зону 20 сушіння, зону 22 декарбонізації і зону 24 випалювання, в яку поширюється полум'я від паликового сопла 32.

В зоні 20 сушіння типові значення температури складають від 300°C до 800°C. В зоні 22 декарбонізації типові значення температури складають від 825°C до 1000°C, а в зоні 24 випалювання типова температура складає від 1400°C до 1425°C. В зоні 24 випалювання завершується формування клінкеру.

Піч 14 працює у спосіб, звичний для виробництва цементного клінкеру, і даний винахід не пов'язаний з роботою печі 14 та в будь-якому разі не змінює її функціонування щодо виробництва цементного клінкеру. Гарячий клінкер, виготовлений у печі 14, вивантажується через вихідний отвір 28 для клінкеру і надходить у холодильник 16 через вхідний отвір 42, де він падає на охолоджувальну колосникову решітку 40, яка просуває цей гарячий клінкер у напрямі вихідного отвору 44. Падаючи на охолоджувальну колосникову решітку 40, гарячий клінкер формує шар 52 частинок клінкеру, який зазвичай має товщину чи глибину від 6 до 24 дюймів (від 15,24 до 60,96 см).

Повітря вдувається під тиском через повітряні сопла 46, розміщені під колосниковою решіткою 40. Повітря проходить крізь пластини колосникової решітки 40 і крізь шар 52, при цьому клінкер під час руху в напрямі до вихідного отвору 44 поступово охолоджується повітрям із сопел 46. Холодильник 16 зазвичай працює при пониженому тиску або частковому вакуумі, і повітря, яке проходить вгору крізь шар 52, тече або вздовж траєкторії, позначеної стрілками А, в піч 14, або вздовж траєкторії, позначеної стрілками В, виходячи назовні через нижній по потоку кінець холодильника. Стрілкою С позначена траєкторія переміщення шару 52.

Забруднена вуглецем зола виносу, якщо вона вибрана як наповнювач і утримується у формі окремих дрібних частинок, уводиться в клінкер через верхнє по потоку перше відділення 54 повітряних сопел у верхньому по потоку кінці холодильника 16, де температура клінкеру достатня для високотемпературної обробки золи виносу. Це лише одне місце, де може бути введена зола виносу, забруднена вуглецем. Забруднена вуглецем зола виносу вводиться потоком повітря з-під шару 52 через відділення 54 так, щоб вона проникала в шар 52, всередині якого ця зола виносу затримується.

По мірі того, як шар 52 разом із забрудненою вуглецем золою виносу переміщується в напрямі вихідного отвору 44, вуглецевий вміст золи виносу вигорає з утворенням оксидів вуглецю і виділенням тепла, котре спільно з теплом гарячого цементного клінкеру призводить до появи клінкеру, який частково оплавлений, внаслідок високотемпературної обробки, і складається переважно з

кристалічних силікатів кальцію, що тверднуть у воді. В нижньому по потоку кінці холодильника 16 охолоджений клінкер і вільна від вуглецю зола виносу падають з охолоджувальної колосникової решітки 40 через вихідний отвір 44 та передаються для подальшої обробки, наприклад, розмелювання для виготовлення цементу.

Дрібні частинки золи виносу та/або цементного клінкеру, захоплені повітрям, що виходить уздовж потоку В через отвір 48 для відведення повітря, збираються і повертаються назад у звичний спосіб, який нині використовується для дрібних частинок клінкеру.

Приклад.

З метою визначити ефективність додавання золи виносу класу F, як наповнювача цементного клінкеру, були проведені випробування на цементному заводі.

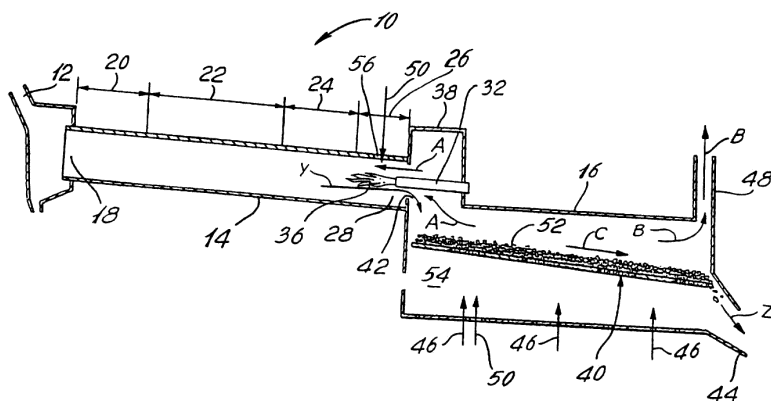
Зола виносу вводилась потоком повітря в холодильник печі через різні відділення під колосниковими решітками.

Зразки бралися в 5 точках, серед яких камера горіння печі, розвантажувальний кінець холодильника перед 2-м скребком, після 2-го скребка, циклон попереднього очищення з фільтром у вигляді шару гравію та циклон захоплення домішкових частинок з повітря.

Зола виносу вводилась в кількості 1,22 тонни за годину при продуктивності печі 24,42 тонни за годину.

В одному з дослідів зола виносу вводилась через верхнє по потоку відділення з допомогою вентилятора №1, що знаходиться в холодильнику.

Зразки з окремих точок показали, що: у зразку з камери горіння печі зола виносу була відсутня; перед 2-м скребком було добуто 97% усього матеріалу; практично не добуто (0,1%) матеріалу в циклоні захоплення домішкових частинок з повітря; і після 2-го скребка добуто 100% матеріалу. В усіх випадках більше 90% золи виносу було оплавлено.



Фіг.