



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **119144** (13) **C2**
(51) МПК (2019.01)

F23L 7/00

F23N 5/08 (2006.01)

F23C 9/08 (2006.01)

C21D 1/52 (2006.01)

C21D 9/00

F27D 99/00

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2015 11701	(72) Винахідник(и):	Делла Рокка Алессандро (ІТ), Фантуззі Массіміліано (ІТ)
(22) Дата подання заявки:	27.06.2014	(73) Власник(и):	ТЕНОВА С.П.А., Via Monte Rosa, 93, I-20149 Milano, Italy (ІТ)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	10.05.2019	(74) Представник:	Крилова Надія Іванівна, реєстр. №30
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	MI2013A 001093	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	UA 13814 U, 17.04.2006 US 5120214 A, 09.06.1992 EP 2527734 A1, 28.11.2012 US 6461145 B1, 08.10.2002 US 2004/033460 A1, 19.02.2004 US 2010/151397 A1, 17.06.2010
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	28.06.2013		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	ІТ		
(41) Публікація відомостей про заявку:	10.03.2016, Бюл.№ 5		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.05.2019, Бюл.№ 9		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	РСТ/ІВ2014/062654, 27.06.2014		

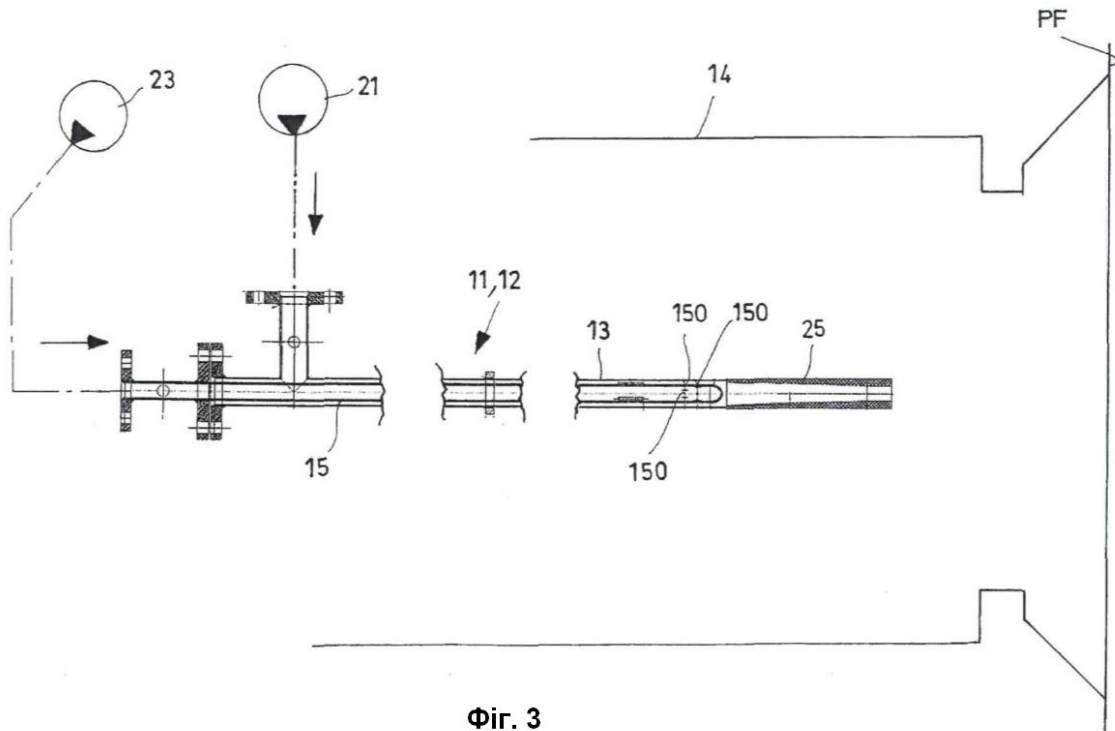
(54) ПРОМИСЛОВА ПІЧ ТА СПОСІБ РЕГУЛЮВАННЯ ВНУТРІШНЬОГО ГОРІННЯ

(57) Реферат:

Промислова піч (1), застосовна для обробки напівфабрикатів і виробів чорної металургії, металевих і неорганічних матеріалів, включає гарячу камеру (3), в якій відбувається горіння, і гарячі гази, що утворюються під час горіння, входять у безпосередній контакт з оброблюваними матеріалами (р) в самій печі, та систему стабілізації горіння. Система стабілізації горіння містить інжекційну систему та систему регулювання, виконану з можливістю впливати на інжекційну систему. Інклекційна система містить щонайменше інжектор (12) та щонайменше змішувач (11) для змішування палива і розріджувача перед інжектуванням в гарячу камеру (3). Система регулювання має щонайменше один детектор (19) вібрації, призначений виявляти оптичні, електромагнітні, акустичні, механічні вібрації в гарячій камері та подавати сигнал або сигнали виявлення умов горіння в печі для регулювання інжекційної системи у відповідь на сигнал або сигнали виявлення від детектора (19) вібрації для усунення або, в будь-якому разі, зменшення утворення полум'я під час горіння в гарячій камері та підтримання горіння в гарячій камері (3), наскільки можливо, без полум'я. Система регулювання виконана з можливістю узгодження цільового частотного спектра з умовами горіння в печі, порівняння цільового

UA 119144 C2

частотного спектра з частотним спектром сигналу або сигналів, створюваних щонайменше одним детектором (19) вібрації, активування щонайменше одного змішувача (11) та/або щонайменше одного інжектора (12), щоб змінювати витрати палива та/або розріджувача, які подають в гарячу камеру, таким чином, щоб частотний спектра сигналу або сигналів, які створює щонайменше один детектор (19) вібрації, був більше подібним до цільового частотного спектра.



Галузь техніки

В цій міжнародній заявці на патент заявлено пріоритет Італійської заявки № MI2013A001093 і надано її вміст через посилання.

Винахід стосується системи і способу для усунення або щонайменше зменшення викидів оксидів азоту, що утворюються промисловими печами, і, взагалі, процесів горіння в промисловості.

Рівень техніки

Безполумєневе горіння може бути допустимим способом зниження викидів оксидів азоту (NOx) при промислових горіннях, зокрема в печах типу так званого "вільного горіння", тобто, де горіння, яке нагріває піч, відбувається в деякій камері, що називається "гарячою камерою", в якій знаходяться матеріали або об'єкти для нагрівання. Тим не менш, численні фізичні параметри, які впливають на безполумєневе горіння, а саме, погана внутрішня контрольованість "невидимого" явища, взаємодія між різними пальниками, які, можливо, присутні, геометричні характеристики гарячої камері, що впливають на гідродинаміку в гарячій камері і відносні взаємодії з динамікою горіння, а також той факт, що матеріали або продукти для нагрівання, маючи зміни форми і теплові характеристики, переходять в камеру, є всі факторами, які можуть створювати локальні нестійкості в процесі горіння, такі як нестійкість, пов'язану з гарячими плямами, тобто місцевими перегрівами, що, в свою чергу збільшує загальне виробництво NOx і, отже, зменшує ефект по зниженню викидів таких шкідливих речовин.

Наразі відоме обмеження утворення цих теплових перегрівів введенням відповідної розріджувальної речовини; більш конкретно, відомо, введення водяної пари в котли для виробництва електричної енергії з метою зменшення викидів NOx. Однак, таке масове і необгрунтоване введення здійснюється введенням у весь об'єм камери згорання без урахування місцевих особливостей.

Крім того, введення розріджувальної рідини в камеру згорання призводить до збільшення питомих витрат у зв'язку з великим обсягом парів, які несуть значну кількість енергії, яка забезпечує найбільші теплові втрати системи у зовнішнє середовище. З такої причини необгрунтованого введення великих кількостей розріджувальної рідини під час теплового процесу є, взагалі, небажаним через збільшення витрат і, як наслідок, збільшення викидів вуглекислого газу, через більшу кількість палива, що спалюється, для того ж самого корисного ефекту від теплового процесу.

Задачею цього винаходу є усунення недоліків і обмежень, згаданих вище в рівні техніки і, зокрема, створення системи і способу для зменшення викидів оксидів азоту при промислових горіннях, що вимагає значно меншої подачі розріджувальних речовин під час горіння.

Суть винаходу

Згідно з першим аспектом цього винаходу, така задача вирішується в промисловій печі, яка має ознаки за п. 1 формули винаходу.

Згідно з другим аспектом цього винаходу, така задача вирішується способом регулювання горіння у зазначеній вище печі, що має ознаки за п. 7 формули винаходу.

Переваги, які може бути досягнуто з допомогою цього винаходу, стануть зрозумілі фахівцю в даній галузі з подальшого докладного опису конкретного варіанту здійснення, який наведено як приклад, без обмеження винаходу, і проілюстровано з посиланням на наступні креслення.

Список креслень

Фіг. 1 - поздовжній вигляд, частково в розрізі, промислової печі відповідно з одним конкретним варіантом здійснення винаходу.

Фіг.2 - функціональна схема системи стабілізації горіння печі фіг.1.

Фіг.3 - вигляд збоку, частково в розрізі, інжектора печі фіг.1.

Детальний опис

На фіг. 1-3 показано промислову піч 1 з одним конкретним варіантом здійснення винаходу. Піч 1 може бути, наприклад, такого типу, що застосовують для нагріву слябів, блюмів, катанки, заготовок, листів та інших напівфабрикатів і виробів чорної металургії перед подальшою гарячою робочою операцією, або може бути піччю для нагрівання неорганічних неметалевих матеріалів, таких як, наприклад, керамічні матеріали, або для спікання чи плавлення матеріалів взагалі. Піч 1 має гарячу камеру 3 для горіння, і гарячі гази, що утворюються при такому горінні, знаходяться у прямому контакті з матеріалами, що підлягають обробці в печі, безпосередньо рухаючись по ним.

Гаряча камера 3 може бути, наприклад, у вигляді прямолінійного тунелю, взагалі, у формі паралелепіпеда, який закритий на кінцях рухомими відокремлювальними стінками 5, які здатні відкриватися для введення матеріалів або продуктів Р, що підлягають обробці, які, наприклад,

транспортуються на рольгангу або на іншій відповідній системі 7 руху, наприклад, на прийнятному безперервному роликовому конвеєрі.

Піч 1, крім того, має систему 9 стабілізації горіння, яка, у свою чергу, має:

- інжекційну систему, яка, у свою чергу, містить щонайменше змішувач 11, виконаний з можливістю змішувати паливо і розріджувач, перш ніж їх інжектувати в гарячу камеру 3, де розріджувач знижує кількість оксидів азоту (NOx) в продуктах, отриманих в результаті горіння між паливом і прийнятним підтримувачем горіння, як, наприклад, атмосферний кисень. Інжекційна система може, крім того, мати, наприклад, додатні помпи 22, 23, які подають у змішувач 11 паливо і розріджувач.

Змішувач 11 може мати інжекційну трубу або інжектор 12, який, у свою чергу, має зовнішній трубчастий стрижень або іншу зовнішню трубу 13, в якій є трубчастий стрижень чи інша внутрішня труба 15 (фіг. 3). Одна із зовнішньої труби 13 і внутрішньої труби 15 забезпечує подачу підтримувача горіння, наприклад суміш газових або рідинних вуглеводнів, та інша з внутрішньої труби 15 або зовнішньої труби 13 подає розріджувач. Розріджувачем може бути, переважно, водяна пара, яка на відміну від інших, додатково, має низьку вартості і має ту перевагу, що не додає сполук азоту під час горіння.

Переважно, трубчастий стрижень або внутрішня труба 15 безпосередньо або поблизу кінця має один або декілька отворів 150 для впорскування, крізь які паливо або розріджувач вводять в потік, відповідно, розріджувача або палива, який тече в зовнішній трубі 13. Після того, як вони були змішані в зовнішній трубі 13, паливо і розріджувач викидаються назовні, наприклад, вводяться в камеру горіння 3, наприклад, крізь щонайменше ділянку труби 25, яка звужується.

Один або більше інжекторів 12 вставлено, переважно, у відносний пальник 14, який запалює суміш палива і розріджувача можливо, після їх змішування з підтримувачем горіння, таким як, наприклад, кисень, на додаток до кисню з атмосфери.

Посиланням PF на фіг.3 показано внутрішню стінку печі, крізь яку пальник або пальники 14 сполучається з гарячою камерою 3.

Піч 1 може, переважно, мати декілька змішувачів 11 і інжекторів 12, що додатково покращить розподіл палива і розріджувача в камері 3.

Піч 1, крім того, має систему 17 регулювання, яку виконано з можливістю діяти в системі впорскування таким чином, щоб усунути або, в будь-якому разі, зменшити утворення полум'я та інших гарячих плям під час горіння в гарячій камері. Під терміном "гарячі плями", в даному описі, ми маємо на увазі відносно невеликі зони відносно загального обсягу гарячої камері, з відповідними температурами, і вони часто можуть виявлятися у вигляді сферичного полум'я, діаметром близько кількох сантиметрів, які видно голим оком.

Переважно, система 17 керування має щонайменше детектор 19 вібрації для виявлення оптичних, електромагнітних, механічних коливань, наприклад, такий як акустичний мікрофон або акселерометр, в гарячій камері 3 і для регулювання інжекційної системи відповідно до виявленої вібрації таким чином, щоб усунути або, в будь-якому разі, зменшити утворення полум'я та інших гарячих плям під час горіння в гарячій камері, щоб підтримувати безполуменеве горіння в гарячій камері 3, наскільки це можливо.

Переважно щонайменше один детектор 19 вібрації виконано з можливістю виявляти вібрацію щонайменше в смузі частот, суттєво, між 10 герц і 30 кілогерц, більш переважно щонайменше між 20 герц і 20 кілогерц. Було виявлено, що ці акустичні смуги частот особливо важливі для того, щоб виявити можливу присутність нестабільних гарячих плям, та їх утворення і зникнення.

Переважно щонайменше один датчик вібрації містить фотодетектор, тобто датчик для електромагнітного випромінювання у видимому, та/або інфрачервоному, та/або ультрафіолетовому спектрі. Фотодетектор має ту перевагу, що він не залежить від неминучих механічних коливань і шумів, присутніх в печі і на заводі де він розташований, забезпечуючи значну індикацію суттєво тільки гарячих плям і незалежно від того, чи відбувається горіння без або з полум'ям. Виявлення в ультрафіолетовій області було особливо ефективним і значним, навіть якщо перебиває, при виявленні, УФ частоти і ІЧ частоти, а також частоти у видимій області спектра: це дає можливість виявити гарячі плями з більшою точністю і надійністю, а також гарячі плями, які не можуть бути виявлені в нижній частині видимого спектра, тобто гарячі плями, що не світяться і які не пов'язані з полум'ям.

Фотодетектор може містити, наприклад, датчик, який вибраний з наступної групи: фоторезистор, фотодіод, фототранзистор, фотоелемент, фотогальванічний елемент. Фотодетектор безпосередньо звернений на гарячу камеру 3. Переважно, датчик 19 вібрації включає також оптичний коліматор 190, який, у свою чергу, містить, наприклад, одну або

декілька лінз, дзеркал або інших діоптри, що колімують промені, що йдуть від гарячого камери на фотодетектор.

Система керування додатково містить логічний блок 21, який запрограмовано або, в будь-якому випадку, виконано з можливістю отримання даних від детектора 19 вібрації, обробки та створення, заснованих на цих даних, прийнятних управляючих сигналів, які діють на інжекційну систему і, зокрема, на змішувач або змішувачі 11. Логічний блок 21 може містити, наприклад, один або більше програмованих мікропроцесорів.

Логічний блок 21 переважно запрограмовано або систематизовано так, щоб діяти на інжекційну систему порівнянням частотного спектра вихідного сигналу детектора, або детекторів 19 вібрації з "ідеальним" частотним спектром або з справочною інформацією, остання з яких відповідає оптимальному функціонуванню печі 1 з безполумєним горінням. З цією метою, логічний блок 21 може оцінити відмінності точка за точкою між двома спектрами, або середні відмінності у смугах частот, які досить малі і, можливо зважені з відповідними коефіцієнтами. Переважно спектри також порівнюють в смузі частот, яка суттєво складає 10 Гц - 30 кГц, більш переважно 20 Гц - 20 кГц.

Щоб регулювати інжекційну систему, логічний блок може бути запрограмований або в будь-якому випадку виконаний з можливістю активізувати кілька варіантів алгоритмів, наприклад, оптимальних алгоритмів керування, ПІД-регуляторів (Пропорціональний / Інтегральний / Деривативний), самонавчальних алгоритмів.

Піч 1 може мати декілька змішувачів 11 і інжекторів 12, які регулюються на основі даних одного детектора 19 вібрації, або мати декілька N інжекторів 12 або змішувачів 11, які регулюються на основі даних M детекторів 19 вібрації, де значення M і N є більше 1, і M і N можуть мати однакові значення або відрізнятися одне від одного.

В одному варіанті здійснення кожен змішувач 11 регулюють на основі даних, визначених одним датчиком 19 вібрації, який пов'язаний з таким змішувачем і розташований поруч із змішувачем 11, про який йде мова, тобто $M=N$, так що, наприклад, кожна пара змішувач 11/детектор 19 контролює і регулює частину гарячої камери біля них. В іншому варіанті здійснення кількість N інжекторів 12 або змішувачів 11, які регулюються на основі даних M, визначених детекторами 19 вібрації, де M і N є одночасно більше 1, $M < N$, і кожен змішувач 11 регулюється на основі даних, виявлених кількома детекторами 19 вібрації.

Регулювання кожного змішувача 11 або інжектора 12 може бути в режимі ВКЛ / ВИКЛ (ON/OFF), тобто просто відбувається активація або деактивація змішувача або змішувачів 11, або безперервна зміна, або, у всякому разі, з декількома рівнями- загальна швидкість потоку паливної суміші + розріджувач, дозований кожним змішувачем 11. Співвідношення між швидкістю потоку палива і розріджувача, дозованого кожним змішувачем 11, може бути постійним або змінним у часі, навіть регулювання з постійним співвідношенням між швидкостями потоку палива і розріджувача здатне забезпечити дуже задовільні експлуатаційні характеристики.

Система регулювання може бути системою регулювання на вході або системою регулювання на виході. У випадку системи регулювання на вході логічний блок 21 може приводити в дію одну або декілька інжекторів 12 або змішувачів 11 таким чином, щоб просто знизити і, можливо, звести нанівець, різницю між частотним спектром печі, виявленим одним або декількома датчиками 19 вібрації, і спектром печі, яка працює в ідеальних умовах безполумєного горіння. Іншими словами, при системі регулювання на вході система регулювання перевіряє різницю між поточним станом системи і вихідним станом (моніторинг), що має оптимальні емісійні рівні, зазначений вихідний стан повинен бути отриманий, наприклад, експериментальним визначенням характеристик пальника, що здійснюється в лабораторії в умовах, в яких процес може бути ідеально контрольованим. Отже, система оцінює ступінь відхилення від вихідного рівня і включає, відключає або змінює швидкість потоку рідини і тому локалізує впорскування, діючи на відповідний пристрій регулювання інжекційної системи. З іншого боку, при регулюванні на виході, можна, наприклад, безперервно перевіряти з допомогою вищезазначеної системи контролювання зміну сигналу як наслідок зміни кількості впорскненої рідини і змінювати її, як функцію зниження викидів, що оцінюється на основі сигналу.

Наведемо тепер один приклад роботи печі 1, яка застосовується, наприклад, для нагріву напівфабрикатів металургійного виробництва, таких як, наприклад, блюми, болванки або сталєва катанка.

У наступному прикладі піч 3 має один змішувач 11 або інжектор 12 і один оптичний детектор 19 вібрації.

Продукти - напівфабрикати Р вводять в піч 1 переміщенням безперервним конвеєром 7. Коли відповідну кількість продуктів-напівфабрикатів Р введено в гарячу камеру 3 печі, рухомі відокремлювальні стіни 5 закривають. Залежно від температури в гарячій камері і від оптичних сигналів, виявлених детектором 19, система регулювання, у наперед визначених інтервалах часу, наприклад, з постійною тривалістю, змінює швидкість потоку Q_c палива і розріджувача Q_d , при цьому інжектор 12 або змішувач 11 повинен поступово здійснювати впорскування так, щоб привести частотний спектр сигналу, випромінюваного детектором 19, якомога ближче до частотного спектра печі 3 в ідеальних умовах безполуменового горіння, або полум'яного горіння, за бажанням, наприклад, зокрема при нестабільних режимах. Якщо в певний момент детектор 19 виявляє спектр, який вказує на небажане горіння з полум'ям, система регулювання може блокувати впорскування палива, а також розріджувача в гарячу камеру, або забороняти тільки впорскування палива, можливо, в підвищеній кількості, і надавати розріджувача, поки умови безполуменового горіння не будуть відновлені.

За попередніми експериментальними висновками було встановлено можливість істотного скорочення подачі розріджувача, зокрема водяної пари, що необхідно для зниження викидів NO_x в процесі безполуменового горіння. Перший фактор, який забезпечує таке значне скорочення є змішування палива і розріджувача до їх впорскування в гарячу камеру і, зокрема, змішування всередині інжектора 12. Дійсно, в таких умовах змішування відбувається більш ретельно і ефективно, захищено від турбулентного середовища гарячої камери, яке є набагато більш турбулентним і змінним. Так як розріджувач вже змішаний з підтримувачем горіння, то його вводять безпосередньо в зону гарячої камери, в якій відбувається горіння, або в будь-якому випадку дуже близько до неї. Таким чином, буде забезпечуватися набагато більша ефективність при в значно менших кількостях. Іншим фактором, який забезпечує значне скорочення, є регулювання дозування залежно від умов горіння, виявлених в камері: розріджувач розподілений тільки там, де і коли це необхідно, в кількості, яка є строго необхідною. Крім того, попередні висновки дозволило забезпечити реальне горіння ближче до ідеальних умов безполуменового горіння, при цьому, забезпечене зниження викидів оксидів азоту до 1 ppm (частинок на мільйон), 3 % O_2 в сухих газах і навпаки, викиди NO_x в безполуменовому процесі відповідно до рівня техніки ніколи не були нижче 50-70 ppm, завжди при 3 % O_2 в сухих газах. Система регулювання горіння, описана раніше, крім того, дає можливість дуже добре оптимізувати умови безполуменового горіння і під час збурюючих і перехідних процесів, таких як, наприклад, проходження в печі 3 кусків для обробки розмірами і формами, які значно відрізняються (досить розглянути велику різноманітність напівфабрикатів металургійного виробництва, що повинні нагріватися в одній печі) або повторне відкриття і закриття відокремлювальних стінок 5.

Варіанти здійснення винаходу, описані раніше, можна модифікувати і змінювати, не виходячи за обсяг захисту цього винаходу. Крім того, всі деталі можуть бути замінені технічно еквівалентними елементами. Наприклад, використовувані матеріали, а також розміри, можуть бути будь-якими відповідно до технічних вимог. Слід розуміти, що вираз типу "А містить В, С, D" або "утворений з допомогою В, С, D" включає і описує також окремий випадок, в якому "А складається з В, С, D". Приклади і перелік можливих варіантів даної заявки слід розглядати як невичерпні.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Промислова піч (1), що застосовна для обробки напівфабрикатів і виробів чорної металургії, металевих і неорганічних матеріалів, і яка має:

- гарячу камеру (3), в якій відбувається горіння, і гарячі гази, що утворюються під час горіння, входять у безпосередній контакт з оброблюваними матеріалами (р) в самій печі;

- систему стабілізації горіння, яка має:

-інжекційну систему, яка містить щонайменше інжектор (12) та щонайменше змішувач (11) для змішування палива і розріджувача перед інжекуванням в гарячу камеру (3), причому розріджувач сприяє зниженню кількості оксидів азоту в продуктах горіння; та

- систему регулювання, виконану з можливістю впливати на інжекційну систему,

яка **відрізняється** тим, що

система регулювання має щонайменше детектор (19) вібрації, призначений виявляти оптичні, електромагнітні, акустичні, механічні вібрації в гарячій камері та подавати сигнал або сигнали виявлення умов горіння в печі для регулювання інжекційної системи у відповідь на сигнал або сигнали виявлення від детектора (19) вібрації для усунення або, в будь-якому разі, зменшення

утворення полум'я під час горіння в гарячій камері та підтримання горіння в гарячій камері (3), наскільки можливо, без полум'я та систему регулювання запрограмовано або, у будь-якому разі, виконано з можливістю здійснення наступних операцій:

- 5 - узгодження цільового частотного спектра з умовами горіння в печі, яких треба досягти, причому умови горіння, яких треба досягти, то умови горіння без полум'я;
- порівняння цільового частотного спектра з частотним спектром сигналу або сигналів, створюваних щонайменше одним детектором (19) вібрації;
- активування щонайменше одного змішувача (11) та/або щонайменше одного інжектора (12),
- 10 щоб змінювати витрати палива та/або розріджувача, які подають в гарячу камеру, таким чином, щоб частотний спектр сигналу або сигналів, які створює щонайменше один детектор (19) вібрації, був більше подібним до цільового частотного спектра.
2. Піч за п. 1, яка **відрізняється** тим, що щонайменше один детектор (19) вібрації виконано з можливістю виявляти вібрації щонайменше в смузі частот, які суттєво складають 10 Гц-30 кГц.
- 15 3. Піч за п. 1, яка **відрізняється** тим, що щонайменше один детектор (19) вібрації має датчик, вибраний з групи, що складається з: фотодетектора, фоторезистора, фотодіода, фототранзистора, фотоелемента, фотогальванічного елемента, детектора електромагнітних випромінювань, що працюють у смузі частот, вибраних з однієї або більше з таких частот: видимий спектр частот, інфрачервоні частоти, ультрафіолетові частоти.
- 20 4. Піч за п. 1, яка **відрізняється** тим, що інжектор (12) інжекційної системи має зовнішню трубу (13), що простягається в гарячу камеру (3), внутрішню трубу (15), розташовану в зовнішній трубі і яка простягається в останню, причому одну з внутрішньої труби (15) і зовнішньої труби (13) з'єднано з джерелом палива, та відповідно іншу із зовнішньої труби (13) і внутрішньої труби (15) з'єднано з джерелом розріджувача, при цьому інжекційну систему виконано з можливістю
- 25 змішувати паливо і розріджувач в зовнішній трубі (13) перед випуском їх обох із зовнішньої труби (13).
5. Піч за п. 4, яка **відрізняється** тим, що внутрішня труба (15) простягається і закінчується всередині зовнішньої труби і вздовж неї.
6. Піч за п. 1, яка **відрізняється** тим, що систему регулювання запрограмовано або, у будь-
- 30 якому разі, виконано з можливістю порівняння цільового частотного спектра з частотним спектром сигналу або сигналів, створюваних щонайменше одним детектором (19) вібрації щонайменше в діапазоні частот суттєво між 10 Гц і 30 кГц.
7. Спосіб регулювання горіння в промисловій печі (1) за п. 1, який полягає у:
- виявленні щонайменше одним детектором (19) вібрації можливих оптичних, електромагнітних,
- 35 акустичних або механічних вібрацій в гарячій камері (3) та подаванні сигналу або сигналів виявлення умов горіння в печі;
- змішуванні палива і розріджувача в змішувачі (11), причому розріджувачем є водяна пара;
- інжекції палива, змішаного з розріджувачем, в гарячу камеру (3) печі (1) для зменшення кількості оксидів азоту, присутніх у продуктах горіння, здійснення змішування в змішувачі (11)
- 40 та/або інжекції палива, змішаного з розріджувачем, в гарячу камеру (3) у відповідь на сигнал або сигнали виявлення від детектора (19) вібрації так, щоб виключити або, в будь-якому разі, зменшити утворення полум'я або інших гарячих плям під час горіння в гарячій камері (3) та підтримання горіння в гарячій камері (3), наскільки можливо, без полум'я;
- узгодженні цільового частотного спектра з умовами горіння в печі, яких треба досягти, причому
- 45 умови горіння, яких треба досягти, - то умови горіння без полум'я;
- порівняння цільового частотного спектра з частотним спектром сигналу або сигналів, створюваних щонайменше одним детектором (19) вібрації;
- активуванні щонайменше одного змішувача (11) та/або щонайменше одного інжектора (12),
- 50 щоб змінювати витрати палива та/або розріджувача, які подають в гарячу камеру, таким чином, щоб частотний спектр сигналу або сигналів, які створює щонайменше один детектор (19) вібрації, був більше подібним до цільового частотного спектра.

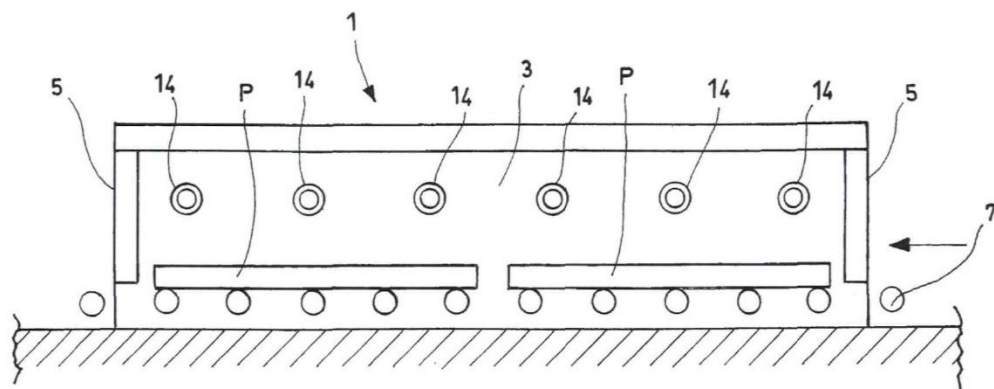


Fig. 1

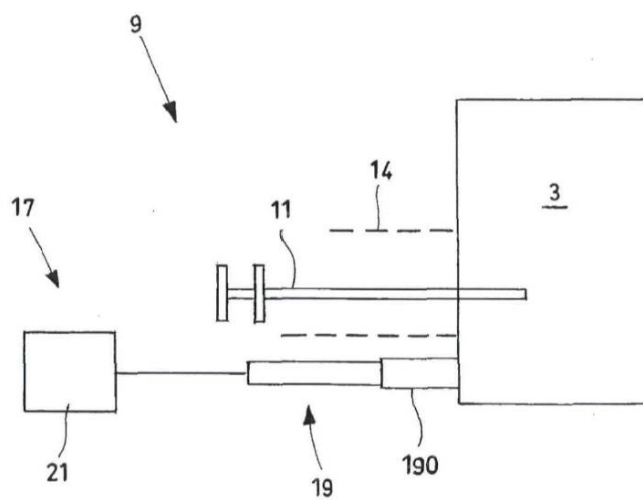


Fig. 2

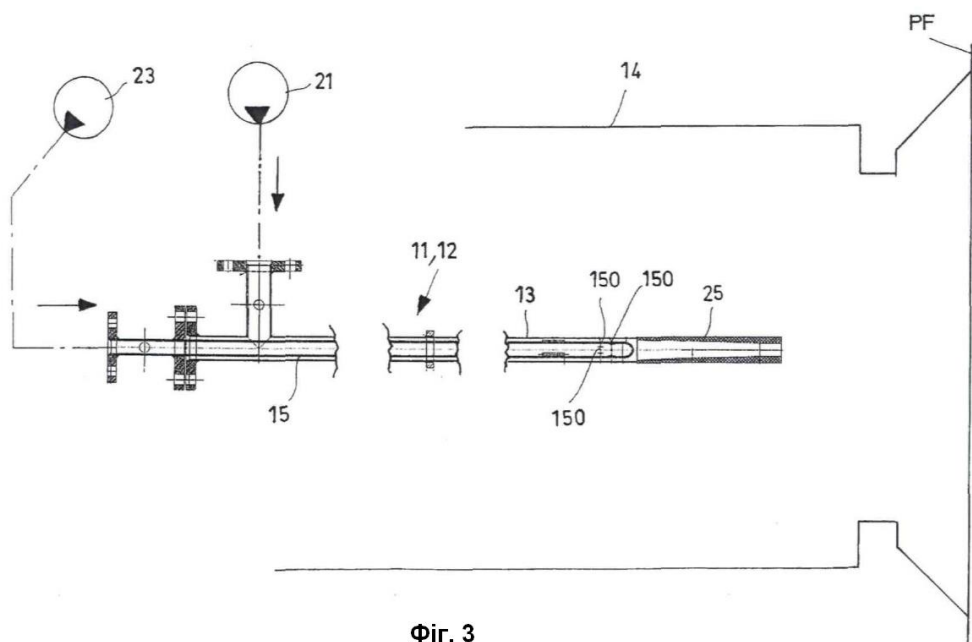


Fig. 3

Комп'ютерна верстка М. Мацело

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601