



УКРАЇНА

(19) UA (11) 90768 (13) C2  
(51) МПК (2009)  
F23D 14/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ГАЗОВИЙ ПАЛЬНИК ПАРОГЕНЕРАТОРА

1

2

(21) а200807390

(22) 28.05.2008

(24) 25.05.2010

(31) 10 2007 025 051.9

(32) 29.05.2007

(33) DE

(46) 25.05.2010, Бюл.№ 10, 2010 р.

(72) ЦІММЕРМАНН БЕРНХАРД, DE, МЕЛЬХІОР  
РОБЕРТ, DE, МАНГЕЛЬМАНС КЛАУС, DE

(73) ХІТАЧІ ПАУЕР ІРОП ГМБХ, DE

(56) SU 1495567 A1, F23D14/24, 23.07.1989

JP 62288419 A, F23R3/38, 15.12.1987

JP 2001090908 A, F23D14/02, 03.04.2001

US 5460512 A, F23C6/04, 24.10.1995

US 6434945 B1, F02C3/30, 20.08.2002

Горелочные устройства промышленных печей и топков (конструкции и технические характеристики): Справочник/Винтовкин А.А. и др. - М.: Интермет Инжиниринг, 1999.-С.206-213, 218-221, 229-231.

(57) 1. Газовий пальник (1) парогенератора для спалювання низькокалорійних газів, який має центральний повітропровід (2), газову трубу (6), співвісно розташовану навколо центрального повітропроводу (2) з утворенням, зокрема, кільцеподібного поперечника (5) газового потоку, причому в поперечнику (5) газового потоку розташовано перші завихрювачі (9) з можливістю переміщення для регулювання дотичної складової швидкості, який відрізняється тим, що газовий пальник (1) парогенератора містить принаймні один трубчастий елемент (8), розташований навколо газової труби (6) з утворенням, зокрема, кільцеподібного поперечника (7) потоку вторинного повітря, а на торцевій ділянці виходу газової труби (6) розташовано круг (11) для спрямування потоку, який має перші гідродинамічні поверхні (12а), виконані зі здатністю відхиляти газ, який протікає в поперечнику (5) газового потоку, до поздовжньої осі (3) пальника, та другі гідродинамічні поверхні (12б), виконані зі здатністю відхиляти газ, що протікає в

поперечнику (7) потоку вторинного повітря, від поздовжньої осі (3) пальника.

2. Пальник за п. 1, який відрізняється тим, що перші завихрювачі (9) виконані у формі завихрюючих лопатей, спрямованих вздовж радіуса центрального повітропроводу (2).

3. Пальник за п. 1 або 2, який відрізняється тим, що перші завихрювачі (9) розташовані з зовнішньої сторони на центральному повітропроводі (2) з можливістю обертання навколо своєї поздовжньої осі, спрямованої вздовж радіуса центрального повітропроводу (2).

4. Пальник за будь-яким із попередніх пунктів, який відрізняється тим, що перші завихрювачі (9) розташовані вище вихідних отворів центрального повітропроводу (2) та газової труби (6).

5. Пальник за будь-яким із попередніх пунктів, який відрізняється тим, що перші завихрювачі (9) відносно напрямку потоку розташовані перед іншими завихрювачами (10), розташованими в поперечнику (7) потоку вторинного повітря.

6. Пальник за будь-яким із попередніх пунктів, який відрізняється тим, що круг (11) для спрямування потоку розташований на газовій трубі (6) з можливістю переміщення вздовж осі.

7. Пальник за будь-яким із попередніх пунктів, який відрізняється тим, що круг (11) для спрямування потоку має отвори, зокрема поверхня (13) ободу (11) для спрямування потоку, яка перекидає поперечник (5) газового потоку в газовій трубі, виконана у вигляді перфорованої діафрагми.

8. Пальник за будь-яким із попередніх пунктів, який відрізняється тим, що круг (11) для спрямування потоку виготовлено із термостійкої листової сталі, керамічного матеріалу або литва, зокрема відцентрового литва.

9. Пальник за будь-яким із попередніх пунктів, який відрізняється тим, що круг (11) для спрямування потоку є охолоджуваним і/або має керамічне покриття.

Винахід стосується газового пальника парогенератора, призначеного для спалювання низькокалорійних газів, який включає в себе центральний повітропровід, газову трубу, коаксіально розташовану навколо центрального повітропроводу з

утворенням зокрема кільцеподібного поперечного розрізу газового потоку, та принаймні ще один трубчастий елемент, розташований навколо газової труби з утворенням зокрема кільцеподібного поперечного розрізу потоку вторинного повітря,

(13) C2

(11) 90768

(19) UA

причому в поперечнику газового потоку розміщено перші завихрювачі.

Для створення газових топок для парогенераторів застосовуються також і газові пальники для спалювання низькокалорійних газів. Такі низькокалорійні гази існують зокрема поблизу металургійних комбінатів як так звані промислові гази. Мова йде про колошниковий або доменний газ, конвертерний газ, коксувальний газ або інші подібні залишкові гази.

Для спалювання цих газів відомим із практики є спосіб оснащення звичайних газових пальників додатковим кільцеподібним поперечником, через який до вихідного отвору та до його полум'я надходить низькокалорійний газ.

В газових топках в зоні топочної камери можуть з'являтися коливання тиску, які можуть призвести до пошкодження обмурівки сталевих конструкцій. Коливання тиску виникають там, де мають місце джерело збудження, об'ємний резонатор та магістральне сполучення. Виникнення коливань тиску в топці є результатом аерогідродинамічних, теплотехнічних, опалювальних та акустичних властивостей всієї установки загалом. Основою для коливань тиску є контур зворотного зв'язку, в якому підвідні лінії резонансної системи, пальник, елемент зв'язку та полум'я включно з толочною камерою являються джерелом збудження та посилення. Коливання тиску можна пояснити раптовим збільшенням об'єму після запалювання паливно-повітряної суміші. Якщо спалювання створює достатньо сильні імпульси з частотою, яка є близькою до власної частоти топочної камери, виникають резонансні коливання, що викликають додаткове навантаження. З підвищенням потужності парогенератора, а відтак і пальника, та з підвищенням теплотворної здатності горючого газу на стінки топочної камери поступає збільшена звукова енергія. Оскільки якраз при короткотривалому і тому гарячому полум'ї виникають максимальні значення енергообміну на одиницю об'єму та часу, на відміну від цього «м'який» режим спалювання внаслідок уповільненої реакції дає можливість уникнути збудження резонансних коливань.

З практики відомим є газовий пальник парогенератора подібного типу, який має завихрювач, розташований в поперечнику потоку низькокалорійних газів. Цей завихрювач, впливає, по-перше, на змішування низькокалорійного газу з пуховим повітрям, по-друге, на швидкість виходу газу, чим забезпечує стабільне спалювання.

Однак часто гази, що виникають на металургійних комбінатах, змішуються там же і як низькокалорійні гази надходять до газового пальника парогенератора. При такому змішуванні багатьох промислових газів в залежності від співвідношення різних змішуваних газів відбувається зміна властивостей палива, зокрема теплотворної здатності топочного газу, що надходить до газового пальника парогенератора. Змінювані властивості палива впливають на формування полум'я і знову-таки можуть призвести до того, що спалювання спричинить коливання топочної камери. При зростанні інтенсивності запалювання, що виникає, наприклад, при підвищенні теплотворної здатності горю-

чого газу, зростає і енергія збудження. Тоді за певних крайніх умов може виникнути резонансне коливання стовпа топочного газу в топочній камері.

На відміну від цього перед винаходом стоїть задача створити таке рішення, яке б дозволило з урахуванням наявної інтенсивності запалювання пристосовувати газовий пальник парогенератора до змінюваних властивостей горючого газу, зокрема до коливань теплотворної здатності.

Для газового пальника парогенератора вищезначеного типу цю задачу вирішено згідно з винаходом тим, що перші завихрювачі розміщуються з можливістю переміщення.

Завдяки тому, що перші завихрювачі розміщуються в поперечнику газового потоку з можливістю переміщення, можна за певних обставин також під час роботи газового пальника парогенератора впливати на утворюваний першими завихрювачами ступінь завихрення потоку низькокалорійного горючого газу з метою регулювання дотичної складової його швидкості, а відтак впливати і на ступінь завихрення потоку горючого газу. Завдяки першим завихрювачам потік горючого газу, який спочатку прямує вздовж поздовжньої осі газового пальника, отримує відхилення в тангенціальному напрямку, і це відхилення примусово надає потоку горючого газу, який, покинувши перші завихрювачі, знову прямує у напрямку поздовжньої осі, імпульс завихрення, так зване «скручування» горючого газу. Шляхом регулювання «скручування» горючого газу, тобто шляхом змінювання розмірів та градауса відхилення потоку горючого газу від його попереднього напрямку вздовж осі з переходом у тангенціальний напрямок, можна впливати на здійснюване в ділянці вихідного отвору пальника змішування низькокалорійного горючого газу з первинним або основним повітрям, що надходить в центральний повітропровід, та з вторинним повітрям, що додається ззовні в радіальному напрямку. В залежності від наявних властивостей горючого газу, зокрема від його наявної теплотворної здатності, перші завихрювачі встановлюються і при потребі переміщуються під час роботи таким чином, щоб забезпечити оптимальне спалювання та формування полум'я, яке б виключало виникнення коливань толочної камери. При цьому забезпечуваний положенням перших завихрювачів ступінь завихрення може бути встановленим одномоментно при введенні в дію газового пальника парогенератора, будучи узгодженим з якістю спалюваного газу, і може бути регульованим постійно, під час роботи газового пальника парогенератора, і/або безперервно, з урахуванням властивостей палива та газового потоку та з пристосуванням до них.

Особливо сприятливим чином перші завихрювачі встановлюються з можливістю переміщення в поперечнику газового потоку завдяки тому, що перші завихрювачі виконані у формі завихрюючих лопатей, спрямованих вздовж радіуса центрального повітропроводу. Таким чином перші завихрювачі у формі лопатей, виходячи з зовнішньої сторони центрального повітропроводу, входять в поперечник газового потоку і можуть бути виконані як обе-

рталні, зокрема навколо своєї поздовжньої осі. Внаслідок обертання навколо поздовжньої осі певна завихрююча лопать в залежності від обертального положення підставляє більшу чи меншу площу свого поперечного розрізу спрямованому потоку горючого газу і, таким чином працюючи перепоню та обвідною поверхнею для потоку газу, зміщує потік газу в інший ступінь завихрення. Для цього варіантом виконання винаходу передбачено, що перші завихрювачі розташовані зовні на центральному повітропроводі з можливістю обертання навколо своєї поздовжньої осі, що проходить вздовж радіуса центрального повітропроводу.

Крім того, доцільно, щоб перші завихрювачі були розташовані вище ділянки виходу в топочну камеру центрального повітропроводу та газової труби, що також передбачено винаходом. Таким чином перед тим, як дістатися ділянки вихідного отвору в пальник, можна досягти еталонування потоку горючого газу, якому надано імпульс завихрення. Особливо це є доцільним, якщо відповідний ступінь завихрення має також і вторинне повітря. При цьому згідно з подальшою формою здійснення винаходу вигідно, коли перші завихрювачі розміщені вище по течії відносно других завихрювачів, розташованих в поперечнику потоку вторинного повітря.

Загалом завдяки розміщенню перших завихрювачів у поперечнику газового потоку та розміщенню других завихрювачів у поперечнику вторинного повітряного потоку досягають уповільненого змішування горючого газу та повітря, необхідного для спалювання, у ділянці виходу газового пальника парогенератора в топочну камеру, за допомогою чого можна оптимально позиціонувати запалювання.

Щоб і надалі підтримувати уповільнене змішування горючого газу та повітря, необхідного для спалювання, подальша форма здійснення винаходу відрізняється кругом для спрямування потоку, розташованим у торцевій ділянці виходу газової труби, причому він має перші гідродинамічні поверхні, які відхиляють газ, що протікає в поперечнику газового потоку, спрямовуючи його на поздовжню вісь пальника, та другі гідродинамічні поверхні, які відхиляють газ, що протікає в поперечнику потоку вторинного повітря, спрямовуючи його від поздовжньої осі пальника. Таким чином потік вторинного повітря спрямовується назовні, а потік горючого газу спрямовується всередину, що уповільнює зіткнення обох газів.

При цьому вигідно, коли обід для спрямування потоку розміщено на газовій трубі з можливістю переміщення, що передбачено варіантом здійснення винаходу.

Доцільне виконання ободу для спрямування потоку може бути реалізоване в тому випадку, коли обід для спрямування потоку має отвори, зокрема коли поверхня ободу, яка перекриває поперечник газового потоку в газовій трубі, виконана у вигляді перфорованої діафрагми.

Матеріалами, яким слід надавати перевагу при виготовленні ободу для спрямування потоку, є термостійка листовая сталь, керамічний матеріал

або лиття, зокрема відцентрове лиття, причому винахід в кращому варіанті передбачає, що обід для спрямування потоку охолоджується і/або має керамічне покриття.

Більш детально винахід пояснюється нижче за допомогою єдиної фігури креслення, що показує приклад виконання.

Єдина фігура креслення схематично зображує з частковим вирізом у вигляді збоку та в поперечному розрізі газовий пальник 1 парогенератора, виконаний у формі так званого круглого пальника. Пальник має центральний повітропровід 2, який коаксіально розташований по центру газового пальника 1 парогенератора навколо його поздовжньої осі 3. По центральному повітропроводу 2 на вихідну сторону газового пальника 1 парогенератора, яка є оберненою до топочної камери 4 парогенератора, подають необхідне для спалювання основне повітря. Ззовні навколо центрального повітропроводу 2 принаймні у іншій кінцевій ділянці газового пальника 1 зі сторони виходу утворено кільцеподібний поперечник 5 газового потоку. З зовнішньої сторони цей кільцеподібний поперечник 5 газового потоку обмежений газовою трубою 6, яка розміщена коаксіально навколо центрального повітропроводу 2. Навколо газової труби 6 утворено іншу ділянку течії у вигляді кільцеподібного поперечника 7 вторинного повітряного потоку, який зовні оточений та обмежений трубчастим елементом 8. Поперечник 5 газового потоку подає до вихідного отвору газового пальника 1 парогенератора низькокалорійний горючий або відпрацьований газ, так званий промисловий газ, який може утворюватися на металургійному комбінаті в різних виробничих підрозділах. Під промисловим газом слід розуміти також суміш різних газів, таких як колошниковий газ, коксувальний газ або т.п. Крізь поперечник 7 вторинного повітряного потоку до вихідного отвору газового пальника 1 парогенератора надходить вторинне повітря, необхідне для спалювання. В поперечнику 5 газового потоку розташовані перші завихрювачі 9, а в поперечнику 7 потоку вторинного повітря розташовані другі завихрювачі 10. Перші та другі завихрювачі 9, 10 у вигляді завихрювальних кілець розташовані на відповідній трубі: на центральному повітропроводі 2 у випадку перших завихрювачів 9 та на газовій трубі 6 у випадку других завихрювачів 10, і вони простягаються через відповідний поперечник 5, 7 потоку аж до наступної труби, а саме газової труби 6 у випадку перших завихрювачів 9 та до трубчастого елемента 8 у випадку других завихрювачів 10.

Перші завихрювачі 9 виконані у формі завихрюючих лопатей і утворюють обід робочого колеса. Поздовжня вісь кожного окремого з перших завихрювачів 9, що належать ободу робочого колеса, орієнтована радіально відносно поздовжньої осі 3. Навколо цієї поздовжньої осі обертається кожна окрема завихрююча лопать 9, таким чином переміщуючи своє відносне положення в межах поперечника 5 газового потоку. Як перші завихрювачі 9, так і другі завихрювачі 10 розташовані вище вихідного отвору газового пальника 1 парогенератора у напрямку топочної камери 4 в межах відповідного поперечника 5, 7 потоку, причому відносно

вихідного отвору газового пальника 1 парогенератора перші завихрювачі 9 розташовані вище по течії, ніж другі завихрювачі 10.

У вихідному отворі газової труби 6 розміщено спрямовуючий обід 11. Він може переміщуватися вздовж поздовжньої осі 3 на внутрішній стороні газової труби 6 і/або бути прикріпленим до неї. Спрямовуючий обід 11 має гідродинамічні елементи 12 з першими гідродинамічними поверхнями 12a, що взаємодіють з поперечником 5 газового потоку, та з другими гідродинамічними поверхнями 12b, що взаємодіють з поперечником 7 вторинного повітряного потоку. При цьому перші гідродинамічні поверхні 12a мають таку конструкцію, завдяки якій газ, що протікає крізь поперечник 5 газового потоку, відхиляється в напрямку до поздовжньої осі 3 пальника, а другі гідродинамічні поверхні 12b мають таку конструкцію, завдяки якій повітря, що протікає крізь поперечник 7 вторинного повітряного потоку, відхиляється в напрямку від поздовжньої осі 3 пальника. Крім того, спрямовуючий обід 11 виконаний таким чином, що його кільцеподібна

кінцева поверхня 13 перекриває лише вихід поперечника 5 газового потоку зі сторони отвору, і ця поверхня виконана у формі перфорованої діафрагми. Тільки другі гідродинамічні поверхні 12b з зовнішньої сторони трохи сягають в топочну камеру 4 як продовження поперечника 7 вторинного повітряного потоку. Спрямовуючий обід 11 виготовлений із металевого лиття, зокрема відцентрового, але може бути також виготовленим із керамічного матеріалу або термостійкої листової сталі. Крім того, спрямовуючий обід 11 може бути охолоджуваним і/або мати керамічне покриття.

Всередині центрального повітропроводу 2, як це відомо стосовно звичних газових пальників, розташовані перфоровані труби 14a, 14b, за допомогою яких при потребі до вихідного отвору газового пальника можна додатково подавати висококалорійний газ, наприклад природний, у якості додаткового горючого газу. Крім того, в центрі пальника вздовж поздовжньої осі 3 розташовано масляний або газовий запалювальний пальник.

