



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **119040** (13) **C2**

(51) МПК (2019.01)

F23D 14/22 (2006.01)

F23D 14/58 (2006.01)

F23D 99/00

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2015 12876	(72) Винахідник(и):	Хольм-Крістенсен Ола (DK), Бо Мікаель (DK)
(22) Дата подання заявки:	26.05.2014	(73) Власник(и):	ХАЛЬДОР ТОПСЬОЕ А/С, Haldor Topsøes Allé 1, 2800 Kgs. Lyngby, Denmark (DK)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	25.04.2019	(74) Представник:	Шамріна Олена Олексіївна, реєстр. №141
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	13171027.9	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	UA 56318 C2, 15.05.2003 EP 2362139 A1, 31.08.2011 EP 1783426 A1, 09.05.2007 DE 19850940 A1, 31.05.2000 US 5562437 A, 08.10.1996
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	07.06.2013		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	EP		
(41) Публікація відомостей про заявку:	25.02.2016, Бюл.№ 4		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.04.2019, Бюл.№ 8		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	РСТ/EP2014/060811, 26.05.2014		

(54) ПАЛЬНИК

(57) Реферат:

Пальник для каталітичного реактора включає вхід для окиснювального газу, множину труб для окиснювального газу, з'єднаних вхідним отвором з входом для окиснювального газу, а вихідним отвором - з соплом для окиснювача, вхід для технологічного газу. Між входом для технологічного газу і випускними отворами сопел для окиснювача розташовані щонайменше одна перфорована пластина, що забезпечує рівномірний розподіл потоку технологічного газу по поперечному перерізу пальника. Труби зазначеної множини труб для окиснювального газу розташовані з простором між ними таким чином, що від вхідного отвору до вихідного отвору труб відстань між розташованими поруч трубами збільшується із забезпеченням протікання технологічного газу між трубами перед змішуванням з окиснювальним газом. Довжина кожної труби принаймні в п'ять раз перевищує свій внутрішній діаметр.

UA 119040 C2

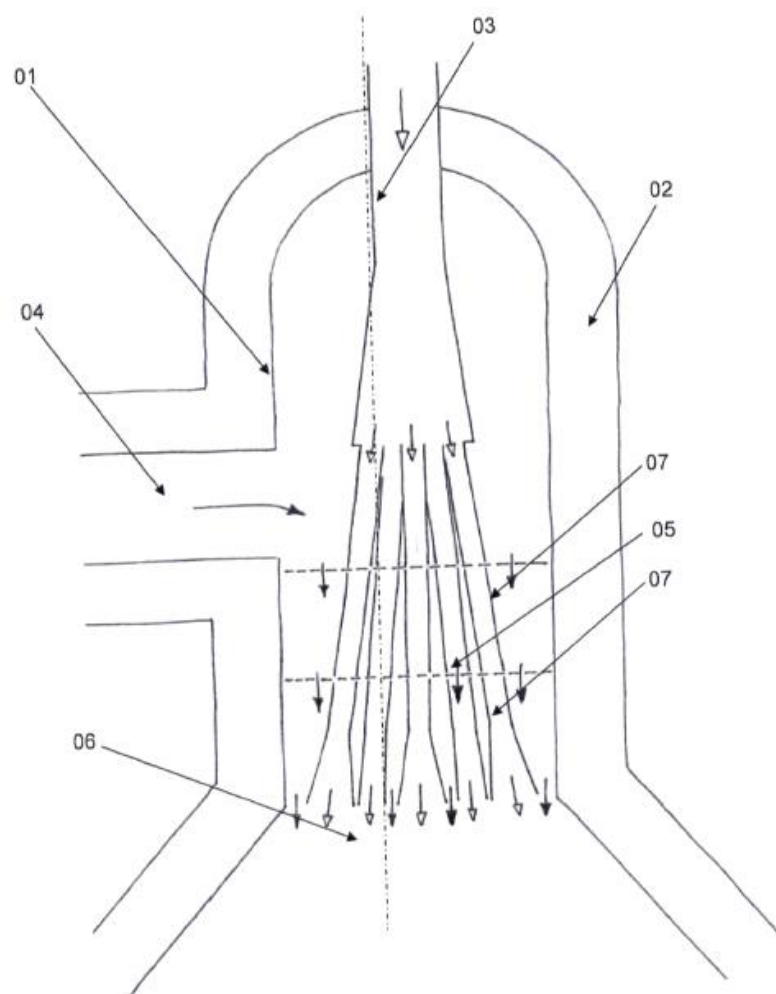


Fig. 1

Представлений винахід стосується пальника для каталітичного реактора, зокрема до пальника для застосування у допоміжних риформінг-установках.

Пальники для спалювання реагенту головним чином використовуються для розігрівання газових промислових печей і промислових нагрівників, які вимагають стабільного полум'я з високими інтенсивностями горіння. Такі пальники містять патрубок з центральною трубою для подачі палива, оточеною каналом для подачі окиснювача. Інтенсивне змішування палива і окиснювача в зоні горіння досягається пропусканням окиснювача крізь завихрювач, встановлений в центральній трубі пальника. Струмінь окиснювача є, таким чином, заданим завихореним потоком, який забезпечує високу ступінь внутрішньої і зовнішньої рециркуляції продуктів горіння і високу інтенсивність горіння.

Точніше, пальники для застосування у допоміжних риформінг-установках включають пальники на аміачних заводах, де реакція риформінгу метану з трубчастої риформінг-установки продовжується у допоміжній риформінг-установці за допомогою введення окиснювача, тобто повітря, в технологічний струмінь реактора, який таким чином додає азот до розташованого знизу по ходу технологічної лінії аміачного контуру і підвищує температуру для здійснення риформінгу в шарі каталізатора допоміжної риформінг-установки шляхом спалювання кисню. Для цього застосування традиційний пальник є кільцевим сопловим пальником. Кільцевий сопловий пальник оснащений спеціально розробленими соплами, встановленими в кожному з повітророзподільних отворів і намагається досягати змішування у своїх соплах, низьких температур свого металу, однакового температурного розподілу на вході в шар каталізатора і захисту вогнетривкого облицювання від гарячого факела полум'я. Тільки частина технологічного газу спалюється у допоміжній риформінг-установці, тоді як решта протікає далі до шару каталізатора і в реакцію парового риформінгу.

Шар каталізатора у допоміжній риформінг-установці покритий перфорованими вогнетривкими плитками для утримання каталізатора на місці. Дуже високі температури в допоміжній риформінг-установці призводять до повільної втрати матеріалу вогнетривких плиток шляхом випаровування і цей матеріал пізніше осаджується конденсацією в розташованому нижче шарі каталізатора, де температура падає внаслідок реакції парового риформінгу, яка споживає тепло і відбувається в цьому місці. Небажаним результатом є збільшення перепаду тиску в шарі каталізатора, який, врешті рещт, може привести до зупинки установки для видалення осажденного матеріалу.

Конструкція пальника важлива для мінімізації проблеми збільшення перепаду тиску в шарі каталізатора завдяки вищеописаному механізму. Температури в місці, де технологічний газ контактує з окиснювачем, можуть локально зростати до більше ніж 2500 °C і дуже важливо мати гарне змішування знизу по ходу технологічної лінії від місця/місць початкового контакту між технологічним газом і окиснювальним газом. В ідеалі увесь технологічний газ і газ процесу горіння змішуються в одну суміш з найменшою можливою однорідною температурою до досягання загальним потоком газу шару вогнетривких плиток. Ця ситуація буде приводити до найменшого можливого переносу матеріалу з вогнетривких плиток до шару каталізатора. В порівнянні, коли не повністю перемішаний газовий потік досягає плиток, будуть присутні ділянки з температурами, нижчими, і ділянки з температурами, вищими за однорідну температуру. Порівняно з ситуацією однорідної температури, ситуація з неоднорідними температурами приводить до більшої втрати матеріалу в плитках, оскільки механізм переносу сильно прискорюється шляхом підвищення температури, і підвищена втрата матеріалу з гарячих ділянок, тому, суттєво перевищує меншу втрату матеріалу з холодних ділянок.

Зниження перепаду тиску в пальнику як на стороні окиснювального газу так і на стороні технологічного газу часто є вигідним. Коли перепад тиску зменшується, це означає, що максимальна інтенсивність потоку може зростати, коли етап стискання є критичним етапом установки. Деякі аміачні заводи максимально експлуатують свій компресор окиснювального газу і знижений перепад тиску на стороні окиснювального газу означає, що до струменя технологічного газу може подаватися більше окиснювального газу. Струмінь технологічного газу може підсилюватися подібним чином для збереження сталим відношення між азотом і воднем, і результатом є збільшене виробництво аміаку. Якщо підсилення потоку не є значущим, то знижений перепад тиску, в більшості випадків, буде означати зниження грошових витрат, пов'язаних із зниженням кількості необхідної енергії стискання.

Завихорювальний пальник для застосування в малих і середніх установках з по суті послабленою внутрішньою рециркуляцією продуктів горіння в напрямі поверхні пальника розкривається в патенті US 5496170. Конструкція пальника, розкрита в цьому патенті, приводить до стійкого полум'я з високою інтенсивністю горіння без шкідливої внутрішньої рециркуляції гарячих продуктів горіння шляхом передбачення пальника з завихореним потоком

окиснювача, який спрямований вздовж осі зони горіння, і, у той же час, який спрямовує потік технологічного газу вздовж тієї ж осі. Розкритий завихорювальний пальник містить патрубок і центральну трубу для подачі окиснювача, концентричну і розташовану на відстані від патрубка пальника, таким чином формуючи кільцевий канал для технологічного газу між трубами, при цьому труба для подачі окиснювача і канал для технологічного газу мають окремі впускні кінці і окремі випускні кінці. У-подібні інжектори для окиснювача і горючого газу розташовані коаксіально в пальнику. Пальник додатково оснащений тілом необтічної форми з статичними завихорювальними лопатями, які проходять всередину інжектора для окиснювача. Завихорювальні лопаті встановлені на тілі необтічної форми між його верхнім по ходу технологічної лінії кінцем і його нижнім по ходу технологічної лінії кінцем, і проходять до поверхні камери для впорскування окиснювача.

Документ US 2002086257 розкриває завихорювальний пальник з патрубком, який містить центральну трубу для подачі окиснювача і зовнішню концентричну трубу для подачі палива, при цьому труба для подачі окиснювача має концентричне циліндричне напрямне тіло, яке має статичні завихорювальні лопаті і центральний концентричний циліндричний канал, при цьому завихорювальні лопаті виступають із зовнішньої поверхні прямого тіла до внутрішньої поверхні труби для подачі окиснювача, яка розташована концентрично в просторі між напрямним тілом і внутрішньою стінкою на нижній частині труби для подачі окиснювача.

Документ EP 0685685 описує газове інжекторне сопло, яке містить випускну камеру з циліндричною внутрішньою стінкою і яке має на своєму випускному кінці круглий отвір для випускання газу, зовнішню стінку, яка концентрично оточує внутрішню стінку, при цьому зовнішня стінка має неперервну криву форму на ділянці випускного кінця камери і стик з внутрішньою стінкою з різким контуром на випускному кінці, при цьому кривий контур має спеціальний радіус кривизни.

Не дивлячись на вищезгадані спроби подолати описані проблеми, пов'язані з пальниками, відомо, що пальники відомого рівня техніки вимагаються у випадках, де робочі умови особливо суворі.

Таким чином, головною задачею винаходу є надання пальника, який долає вищеописані проблеми.

Відповідно, цей винахід є пальником згідно з варіантами виконання формули винаходу, який має переваги:

Малий перепад тиску в окиснювальному газі завдяки малій швидкості потоку на стороні окиснювального газу; не потрібно завихорювати окиснювальний газ; подібна траєкторія потоку для усіх субпотоків окиснювального газу по однакових по довжині прямих трубах.

Малий перепад тиску в технологічному газі з одночасним створенням пробкового режиму течії: в одному варіанті виконання за допомогою двох перфорованих пластин із послабленим протіканням стінок порівняно з випадком однієї перфорованої пластини.

Обидва вищезгадані випадки досягають загальної цілі одержання чітко однорідних температур в шарі вогнетривкої плитки реактора.

Успішне змішування технологічного газу і окиснювального газу досягається одним з двох способів. Одним наближенням є витрата значних кількостей енергії для створення суттєвої турбулентності, завдяки чому струмінь окиснювального газу ефективно змішується зі струменем технологічного газу на короткій траєкторії потоку (в обмеженому просторі перед проходженням технологічного газу вогнетривких плиток). Приклади цього наближення видно на конструкціях, які використовують статичні змішувачі, завихорювачі, інжектори або просто зони значно вищих швидкостей потоку.

Інше наближення полягає у підрозбитті меншого струменя окиснювального газу на багато субпотоків і подачу їх крізь поперечний переріз потоку технологічного газу гарно розподіленим чином. Кожен малий субпотік окиснювального газу змішується з оточуючим потоком технологічного газу. Кількості окиснювального газу і технологічного газу зрівноважуються однаковим способом по всьому поперечному перерізі, що приводить до однакової температури в будь-якому місці. Необхідна довжина траєкторії потоку для досягання повного змішування таких субпотоків окиснювального газу з оточуючим технологічним газом стає меншою, коли кількість субпотоків збільшується. Це є природним наслідком зменшеної відстані (перпендикулярно до напрямку потоку) між окиснювальним газом і технологічним газом, які повинні контактувати і спалюватися/змішуватися.

Поточний винахід потрапляє у другу категорію вищеописаних рішень, оскільки робляться спроби одержати однорідні температури на рівні вогнетривких плиток з одночасною оплатою найменшої ціни з точки зору перепаду тиску.

Винахід містить ряд прямих труб для окиснювального газу, з'єднаних з трубою для окиснювального газу, що надходить. Виходи цих труб для окиснювального газу розподілені по поперечному перерізу для узгодження з пробковим режимом потоку технологічного газу. В окиснювальному газі присутній дуже малий перепад тиску, оскільки труби є прямими і паралельними труб для газу, що надходить, і оскільки швидкість потоку окиснювального газу в трубах утримується чітко низькою. Кожна труба для окиснювального газу оснащена спеціальним соплом, сформованим з овальним або плоским поперечним перерізом у своєму отворі. Це важливо для зменшення довжини шляху перемішування знизу по ходу технологічної лінії, оскільки плоский струмінь змішується зі струменем технологічного газу ефективніше ніж струмінь з круглим поперечним перерізом. Орієнтацію сопел (вони не розташовані з круговою симетрією) вибирають таким чином, що форма струменів окиснювального газу в комбінації з їх положенням узгоджується з кількістю технологічного газу будь-де в поперечному перерізі, як раніше описано.

Передумовою для розробки конструкції сопел для окиснювального газу є знання про потік технологічного газу в поперечному перерізі, оскільки це необхідно для локального зрівноважування кількостей окиснювального газу і технологічного газу. Ідеальним є створення умов пробкового режиму потоку на стороні технологічного газу таким чином, що швидкість потоку є сталою по всьому поперечному перерізу. Це не тільки полегшує проектування сопел для окиснювального газу (головним чином потім необхідно тільки геометрично однорідно розподілити труби для окиснювального газу), але й максимальна швидкість потоку в поперечному перерізі стає найнижчою можливою. Ця ситуація суттєво відрізняється (в найбільшому сенсі) від критичної ситуації існування ділянок рециркуляції (зворотний потік) біля сопел труб для окиснювального газу. Рециркуляція або зворотний потік біля сопла, де вводиться окиснювальний газ і починається його спалювання, може приводити до дуже високих температур біля металічних сопел, змушуючи їх плавитися або, інакше, руйнуватися.

Вхід для технологічного газу до більшості допоміжних риформінг-установок розташований збоку і вимагаються спеціальні засоби для створення спрямованого вниз по ходу технологічної лінії потоку з пробковим режимом в горловині допоміжної риформінг-установки. Винахід використовує дві перфоровані пластини замість нормального рішення, яке передбачає одну перфоровану пластину. Це служить для кращого розподілу потоку технологічного газу з одночасним використанням меншого перепаду тиску порівняно з нормальним рішенням, яке використовує одну перфоровану пластину. Окрім того, пальник встановлюють в облицьовану вогнетривким матеріалом ємність таким чином, що дуже малий зазор між перфорованою пластиною і вогнетривкою стінкою є недоцільним, оскільки допуски по розмірам на вогнетривких деталях є великими. Необхідно прийняти більший зазор на стінці, але це означає тут протікання, яке є небажаним, оскільки це не узгоджується з формуванням пробкового режиму потоку. Цей небажаний ефект стає менш суворим, коли послідовно використовуються дві перфоровані пластини порівняно з використанням тільки однієї перфорованої пластини, яка має вдвічі більший перепад тиску ніж в кожній з послідовно розташованих перфорованих пластин.

Ефективною технологією, використовуваною для одержання пробкового режиму потоку технологічного газу, є передбачення довгих труб для окиснювального газу і надання можливості технологічному газу протікати в простір, доступний між ними, тоді як потік технологічного газу перетворюється на потік з пробковим режимом.

Першим аспектом винаходу є пальник, який підходить для каталітичного реактора, але він також може використовуватися для інших хімічних реакторів. Пальник має вхід для окиснювального газу. Окиснювач може бути повітрям. Може використовуватися більше ніж один вхід для окиснювального газу, але перевага надається одному входу для зниження грошових витрат і перепаду тиску. Вхід для окиснювального газу може містити трубу, яка входить в каталітичний реактор, в одному варіанті виконання у верхню частину тіла реактора. Труби для окиснюваного газу з'єднані з входом для окиснюваного газу на своєму верхньому по ходу технологічної лінії кінці. В одному варіанті виконання труби з'єднані з нижнім по ходу технологічної лінії кінцем єдиної труби, яка має вхід для окиснювального газу. Сопло для окиснювача розташоване на нижньому по ходу технологічної лінії кінці кожної труби. Пальник також має вхід для технологічного газу. Вхід для технологічного газу може також в одному варіанті виконання містити єдину трубу, яка може в одному варіанті виконання розташовуватися на стороні верхньої частини реактора. Труби для окиснювального газу розташовані з достатнім проміжком між нижніми по ходу технологічної лінії кінцями сусідніх труб для гарантії можливості протікання технологічного газу між трубами перед змішуванням з окиснювальним газом знизу по ходу технологічної лінії від сопел для окиснювача. Довжина кожної труби для окиснювального газу принаймні в п'ять раз перевищує свій внутрішній діаметр.

У варіанті виконання винаходу сопла для окиснювача мають некруглий поперечний переріз випускного отвору. Некруглі випускні отвори покращують змішування окиснювального газу з технологічним газом порівняно з круглим випускним отвором. В спеціальному варіанті виконання винаходу сопла для окиснювача мають овальний поперечний переріз випускного отвору. Некруглі отвори можуть одержуватися пресуванням випускних отворів труб з принаймні двох протилежних сторін для досягання пластичної деформації.

У варіанті виконання винаходу газовий потік в реакторі оптимізується шляхом орієнтації вихідного потоку окиснювального газу з пальника в різних, не паралельних напрямках. У цей спосіб, потік окиснювального газу, а також технологічного газу, змішаного з окиснювальним газом, може адаптуватися до форми і об'єму реактора, розташованого знизу по ходу технологічної лінії від пальника.

Для подальшого покращення змішування окиснювального газу і технологічного газу, принаймні одна, переважно дві перфоровані пластини розташовуються між входом для технологічного газу і випускними отворами сопел для окиснювача. Це зрівноважує потік технологічного газу по поперечному перерізу пальника з прямуюванням до ідеальної ситуації пробкового режиму потоку. Маючи більше ніж одну перфоровану пластину, цього досягають мінімальною втратою тиску на стороні технологічного газу пальника і, таким чином, також мінімізуючи байпасний потік технологічного газу, який може проходити між зовнішнім діаметром перфорованих пластин і внутрішнім діаметром стінки реактора завдяки допускам по розмірам.

У варіанті виконання винаходу, для забезпечення однорідного розподілу потоку технологічного газу, відстань між двома перфорованими пластинами становить принаймні одну чверть діаметра перфорованих пластин. У цей спосіб, забезпечується мінімальне відношення довжини до площі для відстані між двома перфорованими пластинами порівняно з площею поверхні, яку вони покривають. Перфоровані пластини можуть не мати однаковий діаметр; у такому випадку, відстань між двома перфорованими пластинами повинна становити принаймні половину діаметра найменшої перфорованої пластини, яка в дійсності часто буде перфорованою пластиною, найближче розташованою до входу для технологічного газу.

В подальшому варіанті виконання винаходу труби для окиснювального газу мають напрями потоку окиснювального газу, які утворюють кут менше ніж 45° з напрямом потоку на вході для окиснювального газу, переважно, верхній походу технологічного лінії кінець труб для окиснювального газу має напрям потоку окиснювального газу, який утворює кут менше ніж 10° до напрямку потоку окиснювального газу на вході для окиснювального газу.

У варіанті виконання винаходу однорідний розподіл потоку технологічного газу між трубами для окиснювального газу (і, таким чином, високий ступінь змішування окиснювального газу і технологічного газу знизу по ходу технологічної лінії від сопел для окиснювача) забезпечується 3 або більше ніж 3 трубами для окиснювального газу і в подальшому варіанті виконання - трубами для окиснювального газу з довжиною принаймні 20 мм для забезпечення достатнього нижнього по потоку простору для розподілу технологічного газу між трубами для окиснювального газу.

Другим аспектом винаходу є спосіб спалювання технологічного газу в каталітичному реакторі. Два газові струмені подаються до пальника, встановленого в реакторі, наприклад у верхній частині реактора. Перший струмінь містить окиснювач; він подається до входу для окиснювального газу пальника. Другий струмінь містить технологічний газ, який подається до входу для технологічного газу пальника. З входу для окиснювального газу перший струмінь протікає крізь труби для окиснювального газу, які на своєму верхньому по ходу технологічної лінії кінці з'єднані з входом для окиснювального газу, подаючи газ від входу для окиснювального газу крізь кожну з труб. Окиснювальний газ протікає далі крізь труби до та з сопла для окиснювача, розташованого на кожному нижньому по ходу технологічної лінії кінці труб. Сопло має некруглий випускний отвір, який надає окиснювальний газ, який полишає сопла зі "сплющеним" поперечним перерізом і, тому, більше відношення площі поверхні до площі поперечного перерізу порівняно з випадком, коли поперечний переріз потоку витікаючого окиснювального газу був круглим (це покращує змішування з технологічним газом). Сопла можуть бути окремими блоками, з'єднаними з трубами, або вони можуть бути торцевою частиною труб, яка була зроблена некруглою. Другий газовий струмінь протікає від входу для технологічного газу до пальника, де він однорідно розподіляється по всьому поперечному перерізу пальника. Це можливо, оскільки труби розташовані з достатнім простором між ними і, зокрема, між нижніми по ходу технологічної лінії кінцями сусідніх труб для надання можливості і забезпечення протікання другого струменя між трубами. Знизу по ходу технологічної лінії від пальника, коли другий струмінь був однорідно розподілений по поперечному перерізу пальника, другий струмінь проходить крізь випускний отвір сопел і перший та другий струмені змішуються.

В подальшому варіанті виконання другого аспекту винаходу другий струмінь проходить крізь по меншій мірі дві перфоровані пластини, які розташовані між впускним отвором для технологічного газу і випускними отворами сопел для окиснювача. Другий струмінь, таким чином, ефективніше рівномірно розподіляється по всьому поперечному перерізу пальника на

5 короткій відстані, що зберігає простір і матеріальні витрати.

В подальшому аспекті винаходу пальник, як описано вище, використовується для виконання каталітичних процесів в хімічному реакторі. В ще спеціальному варіанті виконання третього аспекту винаходу хімічний реактор є допоміжною риформінг-установкою на аміачному заводі.

Ознаки винаходу.

10 1. Пальник для каталітичного реактора, який має вхід для окиснювального газу, вхід для технологічного газу, труби для окиснювального газу, з'єднані з входом для окиснювального газу на своєму верхньому по ходу технологічної лінії кінці, і соплом для окиснювача на своєму нижньому по ходу технологічної лінії кінці, при цьому труби розташовані з достатнім простором між нижніми по ходу технологічної лінії кінцями сусідніх труб для гарантії протікання

15 технологічного газу між трубами перед змішуванням його з окиснювальним газом, при цьому довжина кожної труби принаймні в п'ять раз перевищує внутрішній діаметр труби.

2. Пальник згідно з ознакою 1, у якому сопла для окиснювача мають некруглий поперечний переріз випускного отвору.

20 3. Пальник згідно з ознакою 2, у якому згаданий некруглий поперечний переріз випускного отвору є овальним.

4. Пальник згідно з ознакою 2, у якому згадані некруглі поперечні перерізи випускних отворів сопел для окиснювача отримуються пресуванням випускного кінця труб з принаймні двох протилежних сторін до досягання пластичної деформації згаданих труб.

25 5. Пальник згідно з будь-якою із попередніх ознак, у якому орієнтація кожного сопла для окиснювача визначає напрям випускання окиснювального газу і у якому напрями випускання принаймні двох сопел для окиснювача не паралельні.

30 6. Пальник згідно з будь-якою із попередніх ознак, у якому принаймні одна перфорована пластина розташована між входом для технологічного газу і випускними отворами сопел для окиснювача, таким чином зрівноважуючи потік технологічного газу по поперечному перерізі пальника.

7. Пальник згідно з ознакою 6, у якому дві перфоровані пластини розташовані між входом для технологічного газу і випускними отворами сопел для окиснювача, таким чином зрівноважуючи потік технологічного газу по поперечному перерізу пальника з досяганням пробкового режиму потоку, але мінімізуючи втрату тиску, спричинявану перфорованими

35 пластинами.

8. Пальник згідно з ознакою 7, у якому відстань між двома перфорованими пластинами становить принаймні одну чверть діаметра перфорованої пластини, розташованої найближче до входу для технологічного газу.

40 9. Пальник згідно з будь-якою із попередніх ознак, у якому труби для окиснювального газу розташовані таким чином, що напрям потоку в них орієнтований під кутом менше ніж 45° до напрямку потоку на вході для окиснювального газу.

10. Пальник згідно з будь-якою із попередніх ознак, у якому кількість труб для окиснювального газу складає 3 або більше ніж 3.

45 11. Пальник згідно з будь-якою з ознак 6-10, у якому принаймні одна перфорована пластина має отвори, які рівномірно розподілені по площі поперечного перерізу згаданої перфорованої пластини, таким чином забезпечуючи зрівноважений перепад тиску по згаданий площі поперечного перерізу.

50 12. Пальник згідно з будь-якою з ознак 6-10, у якому принаймні одна перфорована пластина має отвори, які адаптовані для забезпечення зрівноваженого перепаду тиску по площі поперечного перерізу згаданої перфорованої пластини шляхом розподілу отворів або зміни розміру отворів згідно з профілем потоку технологічного газу і профілем тиску над згаданою перфорованою пластиною.

13. Пальник згідно з будь-якою з ознак 6-12, у якому принаймні одна перфорована пластина має отвори, які є круглими отворами з діаметром принаймні 4 мм, переважно принаймні 12 мм.

55 14. Пальник згідно з будь-якою із попередніх ознак, у якому довжина труб для окиснювального газу становить принаймні 20 мм.

15. Спосіб спалювання технологічного газу в каталітичному реакторі, у якому

- подають перший струмінь, який містить окиснювач, до входу для окиснювального газу пальника, встановленого в каталітичному реакторі,

- подають другий струмінь, який містить технологічний газ, до входу для технологічного газу пальника,

- подають перший струмінь від входу для окиснювального газу по трубах для окиснювального газу, з'єднаних з входом для окиснювального газу у їх верхньому по ходу технологічної лінії кінці, і крізь сопло для окиснювача з некруглим поперечним перерізом

5 випускного отвору, розташованим на нижньому по ходу технологічної лінії кінці кожної труби, - подають другий струмінь від входу для технологічного газу між трубами, які розташовані з достатнім простором між нижніми по ходу технологічної лінії кінцями сусідніх труб для гарантії

10 можливості протікання другого струменя між трубами, - змішують перший і другий струмінь в зоні, розташованій знизу по ходу технологічної лінії від випускного отвору сопел для окиснювача.

16. Спосіб спалювання технологічного газу в каталітичному реакторі згідно з ознакою 15, у якому додатково подають другий струмінь крізь принаймні дві перфоровані пластини, розташовані між входом для технологічного газу і випускними отворами сопел для окиснювача,

15 таким чином зрівноважуючи другий струмінь по поперечному перерізу пальника. 17. Застосування пальника згідно з будь-якою з ознак 1-14 для виконання каталітичних процесів в хімічному реакторі.

18. Застосування пальника згідно з будь-якою із ознак 1-14 для допоміжної риформінг-установки на аміачному заводі.

20 Позиційні позначення

01. Пальник.

02. Каталітичний реактор.

03. Вхід для окиснювального газу.

04. Вхід для технологічного газу.

25 05. Труба для окиснювального газу.

06. Сопло для окиснювача.

07. Перфорована пластина.

Фіг. 1 зображає вид збоку поперечного перерізу пальника 01. Він встановлений у верхній частині каталітичного реактора 02, який є циліндричним і має менший діаметр у верхній секції.

30 Окиснювальний газ надходить в пальник крізь вхід 03 для окиснювального газу, єдину центральну трубу, встановлену у самій верхній частині реактора. Від входу для окиснювального газу окиснювальний газ протікає далі вниз крізь труби 05 для окиснювального газу, які на своєму верхньому по ходу технологічної лінії кінці з'єднані з нижнім по ходу технологічної лінії кінцем центральної труби, яка формує вхід для окиснювального газу. Як можна побачити на

35 фігурі, напрям потоку окиснювального газу в кожній з труб для окиснювального газу по суті той же що й напрям потоку окиснювального газу в центральній вхідній трубі для окиснювального газу. Це тягне за собою низький перепад тиску на стороні окиснювального газу пальника.

Від верхнього по ходу технологічної лінії до нижнього по ходу технологічної лінії кінця труб для окиснювального газу відстань між сусідніми трубами зростає, таким чином однорідно

40 розподіляючи окиснювальний газ по всій площі поперечного перерізу в місцях, де окиснювальний газ витікає з пальника і протікає в реактор крізь сопла 06 для окиснювального газу, які розташовані по одному на кожному з нижніх по ходу технологічної лінії кінців труб для окиснювального газу. Окрім того, цей збільшений простір між сусідніми трубами для окиснювального газу дозволяє і гарантує протікання технологічного газу між газовими трубами.

45 Технологічний газ надходить в пальник крізь вхід 04 для технологічного газу, розташований на стороні верхньої частини каталітичного реактора. Вхід для технологічного газу містить єдину трубу, яка подає потік технологічного газу перпендикулярно до осі пальника до входу для окиснювального газу і до реактора. Це робить внесок в рівномірний розподіл технологічного газу по площі поперечного перерізу пальника перед надходженням технологічного газу в

50 реактор знизу по ходу технологічної лінії від пальника і випускних отворів сопел для окиснювача. Для подальшого покращення рівномірного розподілу технологічного газу, дві перфоровані пластини 07 розташовані між входом для технологічного газу і випускними отворами сопел для окиснювача. Перфоровані пластини забезпечують перепад тиску

55 "уповільнюючий бар'єр", який змушує технологічний газ розподілятися. Дві перфоровані пластини працюють ефективніше ніж одна, оскільки може досягатися кращий розподіл, який забезпечує по суті пробковий режим потоку технологічного газу з тим же або нижчим загальним перепадом тиску, ніж, коли використовується тільки одна перфорована пластина. Окрім того,

60 байпасний потік внаслідок допусків між зовнішнім діаметром перфорованих пластин і внутрішньою верхньою стінкою реактора послаблюється порівняно з єдиною перфорованою пластиною.

Коли однорідно розподілений технологічний газ знизу по ходу технологічної лінії від двох перфорованих пластин, врешті решт, досягає випускних отворів сопел для окиснювача, він по суті створює пробковий режим потоку. Сопла для окиснювача мають овальний поперечний переріз випускного отвору, як можна чіткіше побачити на Фіг. 2, яка є ізометричним видом

5

Приклад

10

Дослідження запропонованої концепції винаходу порівняно з первинною конструкцією кільцевого пальника було здійснене з використанням CFD (газодинамічного розрахунку). Основний використовуваний випадок (дані струменя) впливає з реального заводу.

15

Дослідження показало, що втрата тиску на стороні технологічного газу пальника представленого винаходу порівняно з традиційним кільцевим сопловим пальником була на 22,3 % меншою. Втрата тиску на повітряній стороні пальника представленого винаходу порівняно з традиційним кільцевим сопловим пальником була на 80,3% меншою.

Видно, що новий пальник представленого винаходу забезпечує велике зниження перепаду тиску на стороні повітря.

20

Також зрозуміло, що новий пальник представленого винаходу має потенціал випаровування матеріалу, оскільки максимальна температура була знижена.

Також було досягнуте зниження перепаду тиску на стороні газу. Однак, слід відзначити, що перепади тиску на стороні газу для кільцевого пальника і нового пальника представленого винаходу мають досить малі абсолютні значення.

25

В заключення можна сказати, що з огляду на потік маємо значно кращий пальник в новій концепції представленого винаходу.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

30

1. Пальник для каталітичного реактора, який включає вхід для окиснювального газу, множину труб для окиснювального газу, з'єднаних вхідним отвором з входом для окиснювального газу, а вихідним отвором - з соплом для окиснювача, вхід для технологічного газу, причому між входом для технологічного газу і випускними отворами сопел для окиснювача розташована щонайменше одна перфорована пластина, що забезпечує рівномірний розподіл потоку технологічного газу по поперечному перерізу пальника, при цьому труби зазначеної множини

35

труб для окиснювального газу розташовані з простором між ними таким чином, що від вхідного отвору до вихідного отвору труб відстань між розташованими поруч трубами збільшується із забезпеченням протікання технологічного газу між трубами перед змішуванням з окиснювальним газом, при цьому довжина кожної труби принаймні в п'ять раз перевищує свій внутрішній діаметр.

40

2. Пальник за п. 1, який **відрізняється** тим, що сопла для окиснювача мають некруглий поперечний переріз випускного отвору.

3. Пальник за п. 2, який **відрізняється** тим, що згаданий некруглий поперечний переріз випускного отвору є овальним.

45

4. Пальник за п. 2, який **відрізняється** тим, що згадані некруглі поперечні перерізи випускних отворів сопел для окиснювача одержані пресуванням випускного отвору труб з принаймні двох протилежних сторін до досягання пластичної деформації згаданих труб.

5. Пальник за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що орієнтація кожного сопла для окиснювача визначає напрям випускання окиснювального газу і при цьому напрями випускання принаймні двох сопел для окиснювача не паралельні.

50

6. Пальник за п. 1, який **відрізняється** тим, що дві перфоровані пластини розташовані між входом для технологічного газу і випускними отворами сопел для окиснювача, таким чином зрівноважуючи потік технологічного газу по поперечному перерізу пальника з досяганням пробкового режиму потоку, проте мінімізуючи втрату тиску, спричинявану перфорованими пластинами.

55

7. Пальник за п. 6, який **відрізняється** тим, що відстань між двома перфорованими пластинами становить принаймні одну чверть діаметра перфорованої пластини, розташованої найближче до входу для технологічного газу.

60

8. Пальник за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що труби для окиснювального газу розташовані таким чином, що напрям потоку в них утворює кут менше ніж 45° до напрямку потоку на вході для окиснювального газу.

9. Пальник за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що кількість труб для окиснювального газу становить 3 або більше ніж 3.

10. Пальник за будь-яким із пп. 1, 6-9, який **відрізняється** тим, що принаймні одна перфорована пластина має отвори, які рівномірно розподілені по площі її поперечного перерізу, таким чином забезпечуючи зрівноважений перепад тиску по згаданій площі поперечного перерізу.

11. Спосіб спалювання технологічного газу в каталітичному реакторі, який включає стадії:

подача першого струменя, який містить окиснювач, до входу для окиснювального газу пальника, встановленого в каталітичному реакторі,

10 подача другого струменя, який містить технологічний газ, до входу для технологічного газу пальника,

подача першого струменя від входу для окиснювального газу по множині труб для окиснювального газу, з'єднаними вхідним отвором з входом для окиснювального газу і крізь сопло для окиснювача з некруглим поперечним перерізом випускного отвору, розташованого на їх вихідному отворі,

15 подача другого струменя від входу для технологічного газу між трубами зазначеної множини труб для окиснювального газу, причому труби розташовані з простором між ними таким чином, що від вхідного отвору до вихідного отвору труб відстань між розташованими поруч трубами збільшується із забезпеченням протікання другого струменя між трубами, при цьому довжина кожної труби принаймні в п'ять раз перевищує свій внутрішній діаметр, і між входом для технологічного газу і випускними отворами сопел для окиснювача розташована щонайменше одна перфорована пластина, що забезпечує рівномірний розподіл потоку технологічного газу по поперечному перерізу пальника,

20 змішування першого і другого струменів в зоні, розташованій знизу по ходу технологічної лінії від випускного кінця сопел для окиснювача.

25 12. Спосіб спалювання технологічного газу в каталітичному реакторі за п. 11, який **відрізняється** тим, що у ньому додатково подають другий струмінь крізь принаймні дві перфоровані пластини, розташовані між входом для технологічного газу і випускними отворами сопел для окиснювача, таким чином зрівноважуючи другий струмінь по поперечному перерізу пальника.

30

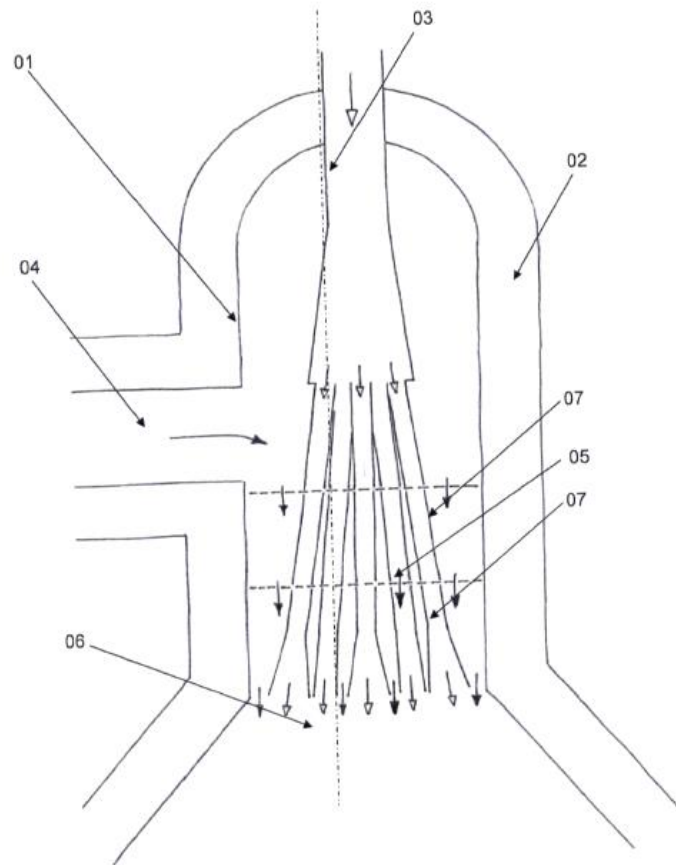
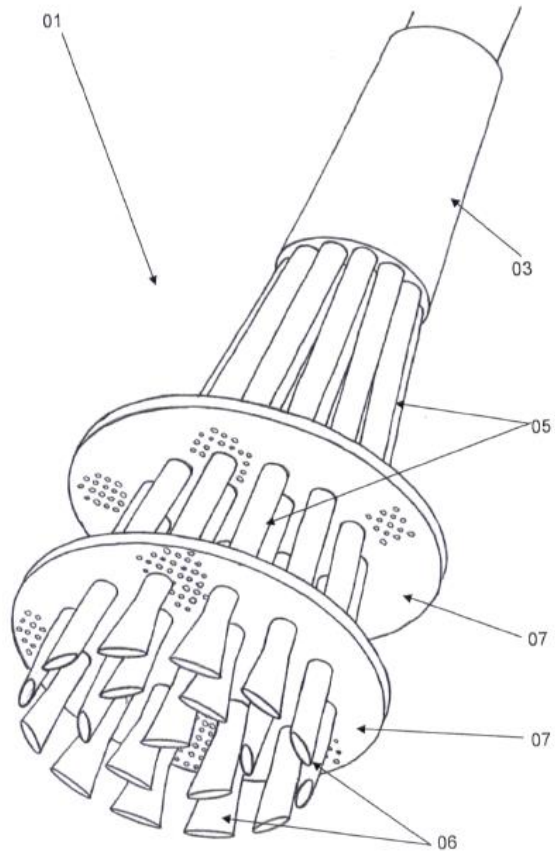


Fig. 1



Фіг. 2

Комп'ютерна верстка О. Гергіль

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