



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **21118** (13) **U**
(51) МПК (2006)
F23D 14/02
F23D 14/22 (2007.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ГАЗОВИЙ ПАЛЬНИК ДЛЯ ТРУБЧАСТОЇ КАМЕРИ ЗГОРЯННЯ ГАЗОТУРБІННОЇ УСТАНОВКИ

1

2

(21) u200612683

(22) 01.12.2006

(24) 15.02.2007

(46) 15.02.2007, Бюл. № 2, 2007 р.

(72) Любчик Геннадій Миколайович, Говдяк Роман Михайлович, Варламов Геннадій Борисович, Чабанович Любомир Богданович, Шелковський Борис Іванович, Мікулін Георгій Олексійович

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ ПО ПРОЕКТУВАННЮ ОБ'ЄКТІВ ГАЗОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ "УКРГАЗ-ПРОЕКТ"

(57) 1. Газовий пальник для трубчастої камери згоряння газотурбінної установки, що містить передню та тильну стінки з отворами, повітряні трубки, які закріплені між повітряними отворами стінок, який відрізняється тим, що містить газову трубу, яка з'єднана з центральним отвором передньої стінки, та торцеві пластини, які закріплені між торцями стінок і разом з повітряними трубками і стінками утворюють газову камеру, при цьому торцеві

пластини утворюють зі стінкою трубчастої камери згоряння сегментні канали для подачі додаткового повітря у периферійну зону горіння.

2. Газовий пальник за п. 1, який відрізняється тим, що торцеві пластини мають на своїй поверхні газові отвори для подачі палива у поперечний переріз сегментних каналів, причому газові отвори розташовані на однаковій відстані від країв пластин, ширина (b) пластин дорівнює довжині (l) повітряних трубок, при цьому співвідношення між довжиною трубок (l) та діаметром утворених ними повітряних каналів (d) знаходиться у діапазоні $l/d=1-2$.

3. Газовий пальник за п. 1 або п. 2, який відрізняється тим, що повітряні та газові отвори розміщені на тильній пластині у відповідності з регулярною стільниковою схемою, яка характеризується однаковим кроком між суміжними повітряними трубками, однаковою відстанню між суміжними газовими трубками та однаковою відстанню від центрів газових трубок до центрів повітряних каналів, навколо яких вони розміщені.

Корисна модель відноситься до газотурбінної області і може бути використана при створенні камер згоряння перспективних газотурбінних установок (суднових, авіаційних, стаціонарних, енергетичних двигунів, приводів газоперекачувальних агрегатів), а також при модернізації камер згоряння газоперекачувальних агрегатів (ГПА) на базі газотурбінних установок (ГТУ), що знаходяться в тривалій експлуатації на компресорних станціях магістральних газопроводів.

Пальники, які використовуються за цим призначенням, мусять відрізнятися простотою конструкції і технологічністю у виготовленні, надійністю у роботі, високою енергетичною ефективністю, продукти спалювання повинні відповідати нормативним вимогам щодо емісії токсичних речовин: оксидів азоту та оксидів вуглецю.

Пальники повинні працювати у широкому діапазоні зміни надлишку окисника, конструктивні

особливості повинні дозволяти синтезувати пальники на будь-яку теплову потужність без зміни принципової конструктивної схеми.

Відомий газовий пальник вихрового типу [1, 2], який складається з двох елементів: газової труби з багатосопловою насадкою, та турбулізатора у вигляді лопаткового реєстру, який забезпечує закрутку потоку окисника у зоні горіння та стабілізації факела. Багатосоплова насадка вільно вставляється у внутрішню втулку лопаткового реєстру, через який подається необхідне для горіння повітря, і в результаті закрутки повітряного потоку у зоні стабілізації та інтенсифікації горіння утворюється суцільна інтегрована вихрова течія. Центральна частина цієї течії являє собою зону зворотних токів, основною функцією якої є стабілізація факела, а периферійна - має вигляд закрученого (вихрового) потоку, на границі якого з зоною зворотних токів генерується турбулентність з високим

(13) **U**

(11) **21118**

(19) **UA**

рівнем інтенсивності. Паливо через багатосоплову насадку подається у центральну частину зони зворотних токів, де відбувається змішування його з окисником, в результаті чого утворюється неоднорідна вихрова моноструктурна зона горіння.

Наявність збагаченої паливом зони зворотних токів приводить до обгорання вихідних кромek лопаток реєстру та коксування багатосоплової насадки, значний поперечний розмір цієї зони, діаметр якої може перевищувати діаметр реєстру, приводить до затягування вигорання палива та підвищення концентрації CO у продуктах згорання, високий рівень температур у ній та закрутка основного потоку є причиною високої емісії токсичних NOx. Суцільна вихрова структура зони сумішоутворення та горіння приводить до суттєвих енергетичних втрат, що визначаються підвищеними втратами повного тиску.

Суттєвим конструктивним недоліком таких пальників при високих температурах окисника (більше 400°C) є термічне зміщення положення багатосоплової паливної насадки відносно зрізу лопаткового реєстру, що приводить до погіршення характеристик робочого процесу камер згорання на змінних режимах експлуатації ГТУ. Все це не забезпечує вирішення поставленої задачі.

Відомий газовий пальник безреєстрового типу [3], який складається з двох елементів: газової труби з багатосопловою насадкою та турбулізатора у вигляді перфорованого конуса. Багатосоплова насадка вільно входить у внутрішню втулку перфорованого конуса і забезпечує подачу окисника у зону горіння та стабілізації факела системою прямооточних (не закручених) струменів. Отвори для подачі повітря на перфорованому конусі розташовані вздовж твірної лінії конуса, завдяки чому забезпечується рівномірний розподіл повітря у перерізі зони, а подача палива у затінену зону між рядами повітряних отворів на конусі дозволяє підвищити рівномірність розподілу паливного газу у поперечному перерізі пальника, реалізувати "мікродифузійний" механізм та саморегулювання процесу горіння, що сприяє зменшенню емісії CO та NOx і можливості ефективної роботи пальника при змінних та високих надлишках повітря [3].

Пальник не вирішує поставлену задачу, що обумовлено: існуванням при підвищених надлишках повітря $\alpha > 1,8 \dots 2,0$ високотемпературного центрального ядра у зоні горіння, що є причиною неповного використання ефекту "мікродифузійності" в напрямку зниження емісії NOx; наявністю подачі окисника під кутом до осі основного потоку продуктів згорання, що є причиною додаткової втрати повного тиску; низьким рівнем розкриття прохідного перерізу по повітряним отворах відносно площини пальника (не більше 15...20 %), що є причиною збільшення габаритних розмірів пальника та неможливості (по компоновальним умовам) застосування таких пальників у камерах згорання ГТУ.

Відомий газовий пальник дифузійно-стабілізаторного типу [4], який складається з ідентичних плоских елементів турбулізації потоку та інтенсифікації горіння. Кожний елемент являє собою напівзамкнену конструкцію, яка встановлю-

ється у потік окисника, а подача палива відбувається у внутрішній об'єм елементу, тильна стінка якого має газові отвори, які рівномірно розподіляються по її поверхні, завдяки чому кожний з елементів пальника має багатофункціональне призначення, виконуючи функції паливного колектора, турбулізатора потоку окисника, стабілізатора факелу, інтенсифікатора горіння палива. У пальнику досягається рівномірний розподіл паливного газу у поперечному перерізі, завдяки чому реалізуються механізм "мікродифузійного" горіння, що сприяє зменшенню емісії CO та NOx; саморегулювання процесу горіння завдяки сталому коефіцієнту надлишку окисника у прикореневій зоні елементу, що забезпечує високу ефективність роботи пальника при змінних та високих загальних надлишках повітря [4]; мінімальна втрата повного тиску у порівнянні з іншими типами пальників, завдяки прямооточній течії окисника; стабільність експлуатаційних характеристик, завдяки суцільності конструкції.

У такому пальнику також досягається високе розкриття прохідного перерізу щільних каналів, яке може досягати рівня 30...50 %, завдяки чому зменшуються маса та габаритні розміри пальника.

Поставлену задачу такий пальник вирішує не в повній мірі завдяки існуванню кінцевого ефекту аеродинамічної природи на торцях зони горіння, який проявляється у виникненні "паразитних" вторинних течій, що є причиною зростання неоднорідності структури зони горіння зменшення повноти вигорання палива. Недоліком конструкції такого пальника є компоновальні проблеми, які проявляються в умовах застосування у складі камер згорання ГТУ.

Відомий газовий пальник дифузійно-стабілізаторного типу, що обраний за прототип [5], який складається з корпусу з трьома стінками, одна з яких щільна, а інші дві - з отворами, повітряної та газової камер, між якими розташована внутрішня стінка з отворами, трубок, а також патрубків для підводу газу та повітря. Внутрішня стінка має отвори однакового діаметру для подачі повітря, а протилежна перфорована - отвори такого ж діаметру для подачі повітря і меншого діаметру - для подачі палива. Між стінками з отворами закріплюються повітряні трубки, а патрубки для підводу палива та газу закріплюються на боковій поверхні корпусу і з'єднуються з відповідними камерами у середині корпусу. Вісі отворів для повітряних трубок у перфорованих пластинах розташовані регулярно - на рівній відстані від осей найближчих суміжних повітряних отворів. Газові отвори на торцевій перфорованій пластині мають регулярне розміщення - по шість отворів навколо повітряних каналів на однаковому радіусі відносно центру повітряних трубок і однаковій відстані між собою.

Відомий пальник дає змогу організувати ефективне спалювання газу у широкому діапазоні змін надлишків повітря, при низькому рівні емісії оксидів азоту та оксиду вуглецю, при мінімальних втратах повного тиску. За рахунок застосування регулярного розміщення повітряних каналів та газових отворів навколо них у повній мірі реалізується ефект "мікродифузійності" горіння, що додатковою причиною щодо зниження емісії NOx та

СО, а також вирішується проблема утворення уніфікованого ряду пальників будь-якої теплової потужності.

Конструктивне виконання пальника не вирішує у повній мірі поставленої задачі, а саме, відокремлене розміщення газових отворів навколо кожної повітряної трубки не забезпечує необхідну однорідність структури факелу, не дозволяє реалізувати високу степінь розкриття прохідного перерізу пальника, а також досягти достатнього рівня ефекту "мікродифузійності" процесу горіння і, таким чином, не забезпечує підтримання якості показників надійності, енергетичних та екологічних характеристик при застосуванні таких пальників у складі камер згорання ГТУ. Додатковими недоліками конструкції пальника є високі його масові та габаритні показники, а також наявність корпусу та бокових патрубків на ньому, що є суттєвої перешкодою застосування такого пальника, виходячи з конформувальних вимог, що стосуються камер згорання ГТУ.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення газового пальника, у якому внаслідок застосування газової труби, яка з'єднана з центральним отвором передньої (по ходу повітря) стінки з отворами, торцевих пластин між стінками пальника та стільникової схеми розміщення повітряних та газових отворів на тильній стінці, здійснюється комбіноване сумішоутворення, зменшується довжина факелу та досягається зниження емісії оксидів азоту і оксиду вуглецю, суттєво спрощується конструкція, зменшується маса та габаритні розміри пальника, досягається відповідність конструкції пальника конформувальним та експлуатаційним вимогам камер згорання ГТУ.

Поставлена задача вирішується тим, що газовий пальник для трубчастої камери згорання ГТУ, що містить передню та тильну стінки з отворами, повітряні трубки, які закріплені між повітряними отворами стінок, згідно з корисною моделлю має газову трубу, яка з'єднана з центральним отвором передньої стінки, та торцеві пластини, які закріплені між торцями стінок, і разом з повітряними трубками і стінками утворюють газову камеру, при цьому торцеві пластини утворюють зі стінкою трубчастої камери згорання сегментні канали для подачі додаткового повітря у периферійну зону горіння.

Додатковою відміною є те, що, торцеві пластини мають на своїй поверхні газові отвори для подачі палива у поперечний переріз сегментних каналів, причому газові отвори розташовані на однаковій відстані від країв пластин, ширина (b) пластин дорівнює довжині (1) повітряних трубок при співвідношенні між довжиною трубок та діаметром утворених ними повітряних каналів $1/d=1...2$, а повітряні та газові отвори розміщуються на тильній пластині у відповідності з регулярною стільниковою схемою, яка характеризується однаковим кроком між суміжними повітряними трубками, однаковою відстанню між суміжними газовими трубками та однаковою відстанню центрів газових трубок від центрів повітряних каналів, навколо яких вони розміщені.

Виконання труби для підводу палива у вигляді

з'єднання з центральним отвором у передній стінці забезпечує рівномірність розподілу палива у газовій камері і охолодження центральної зони тильної стінки, а разом зі способом утворення газової камери шляхом з'єднання повітряних трубок з повітряними отворами пластин у середині камери і торцевих пластин, ширина яких дорівнює довжині повітряних трубок, з торцями стінок на периферії камери забезпечують спрощення конструкції та зменшення маси і габаритних розмірів пальника.

Розміщення повітряних та газових отворів на тильній стінці у відповідності з регулярною стільниковою схемою забезпечує підвищення надійності роботи і енергетичних показників пальника та зменшення концентрації токсичних компонентів у продуктах згорання.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями:

Фіг.1 - показано загальний вигляд моделі пальника,

Фіг.2 - вид по стрільці А (з боку тильної стінки з отворами);

Фіг.3 - поздовжній розріз (по Б-Б) газової камери.

Газовий пальник (Фіг.1) має газову трубу 1, дві стінки, одна з яких 2 - передня з повітряними отворами 3 (Фіг.2) великого діаметру, а друга 4 - тильна з повітряними отворами такого ж діаметру та газовими отворами 5 меншого діаметру, повітряні трубки 6 та торцеві пластини 7, які закріплені разом з повітряними трубками між торцями стінок 2 та 4, ширина b торцевих пластин 7 дорівнює довжині 1 повітряних трубок 6 (Фіг.3), кожна з торцевих пластин 7 має додаткові газові отвори 8, які розташовані на однаковій відстані від країв пластин (Фіг.1), а співвідношення між довжиною трубок та діаметром утворених ними повітряних каналів може змінюватися у діапазоні $1/d=1...2$ (Фіг.3).

Разом стінки 2 та 4, повітряні трубки 6 та торцеві пластини 7 утворюють газову камеру 9 (Фіг.2). Вісі повітряних 3 та газових 5 отворів на тильній стінці 4 (Фіг.2) розміщені у відповідності з регулярною стільниковою схемою, яка характеризується однаковим кроком між суміжними повітряними трубками, однаковим кроком між суміжними газовими трубками та однаковою відстанню центрів газових трубок від центрів повітряних трубок, навколо яких вони розміщені.

Газовий пальник працює наступним чином.

Повітря у пальник подають у канал, що утворюється між пальником та циліндричною стінкою 10 камери згорання, а далі у канали 11 повітряних трубок та у сегментні канали 12 між торцевими стінками пальника та циліндричною стінкою 10 камери згорання. Газове паливо подають через газову трубу 1 у газову камеру 9, а далі частина його (до 60...80% від загальної кількості) проходить крізь газові отвори 5 на тильній стінці 4 пальника безпосередньо у зону горіння. Іншу частину подають через отвори 8 на торцевих пластинах у вигляді поперечних струменів, які змішуються з повітрям, що поступає через сегментні канали 12, де утворюється горюча суміш газу та окисника. Висота сегментних каналів 12 визначається величиною перекиши s, яка утворюється між краями

повітряних трубок і зовнішньою поверхнею торцевих пластин, та технологічним зазором Δ між периферійними повітряними трубками та внутрішньою поверхнею циліндричних стінок 10 камери згорання.

За такою схемою розподілу палива та повітря на виході з повітряних трубок 6 та сегментних каналів 12 реалізується комбіноване сумішоутворення у поперечному перерізі зони горіння: дифузійне - на виході з повітряних трубок та попереднє - на виході з сегментних каналів.

Виходячи з отворів повітряних трубок 6, газове паливо утворює дифузійні газові факели, які мають дуже високу стійкість горіння у широкому діапазоні зміни витрат газу. Ці дифузійні факели відіграють роль джерел запалювання для потоку паливно-повітряної суміші, який виходить з сегментних каналів 12. При цьому емісія оксидів азоту у продуктах згорання зменшується майже удвічі при мінімальному рівні емісії оксидів вуглецю.

При такому взаємному розташуванні пальника вирішується проблема спрощення конструкції і технології його виготовлення, підвищення надійності у роботі, досягнення високої енергетичної ефективності, відповідності нормативним вимогам щодо емісії токсичних речовин, забезпечення ефективної роботи у широкому діапазоні надлишку

окисника, уніфікації конструкцій газових пальників різної потужності за рахунок лише зміни кількості ярусів повітряних трубок 6.

Економічна ефективність корисної моделі полягає у зменшенні втрат повного тиску, що приводить до економії витрат палива на власні потреби при роботі пальника в складі камер згорання ГТУ.

Джерела інформації:

1. Нарезной Э.Г., Сударев А.В. Камеры сгорания судовых газотурбинных установок. - Л.: Судостроение, 1973. - 221 с.

2. Турбо- и компрессоростроение / Под ред. В.А. Елисеева. - Л.: Машиностроение. - 1970. - 507 с.

3. Христин В.А., Любчик Г.Н. Газогорелочные устройства для сжигания газа при высоких и переменных избытках воздуха. - М.: ВНИИЭГАЗПРОМ, 1978. - 59 с.

4. Любчик Г.Н. и др. Фронтное устройство для высокотемпературных камер сгорания // Реферативная информация о законченных научно-исследовательских работах в вузах УССР. - К.: Высшая школа, 1973. - Вып. VII. - С. 6-7.

5. Любчик Г.Н., Марченко Г.С. Газовый пале-ник. Пат України №34812, МПК F23D 14/02, F23D 14/22, 2001, Бюл. №2.

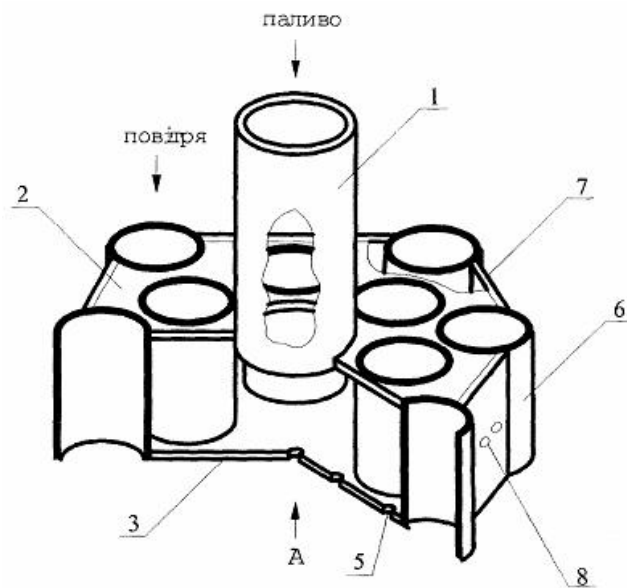
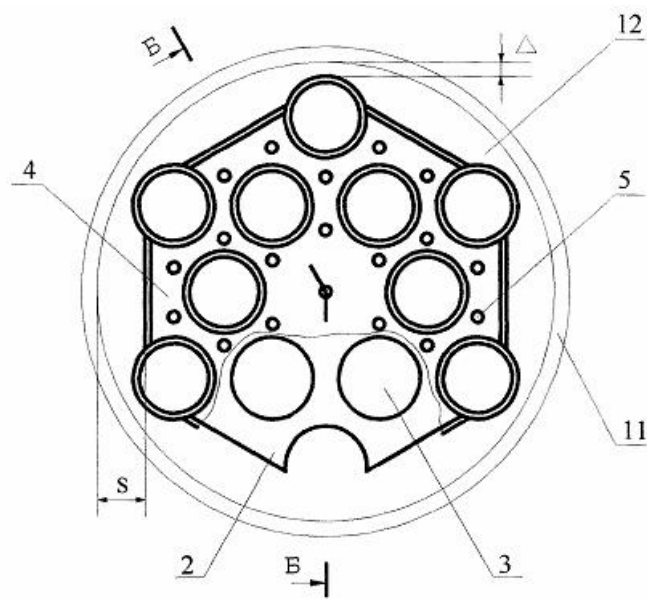
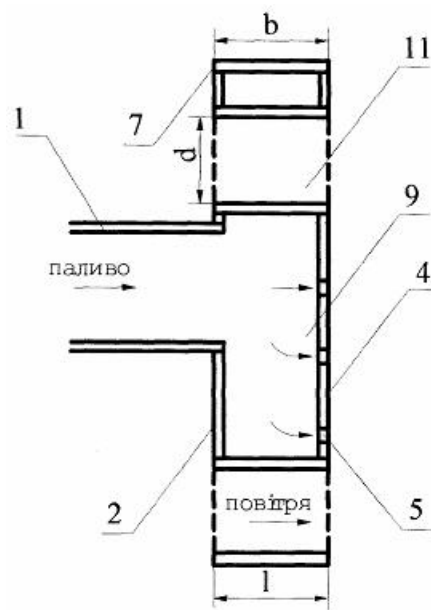


Fig. 1



Фиг. 2



Фиг. 3