



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **100490** (13) **C2**
(51) МПК (2013.01)
F23D 1/00
F23B 99/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки: а 2007 06045	(72) Винахідник(и): Хамід Сарв (US), Вільям Дж. Кахл (US), Алан Н. Сейр (US), Альберт Ді ЛаРю (US), Даніель Ар. Роулі (US)
(22) Дата подання заявки: 31.05.2007	
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.01.2013	
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 11/444,779	
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 01.06.2006	(73) Власник(и): ДЗЕ БЕБКОК ЕНД УІЛКОКС КОМПАНІ, КОРПОРАЦІЯ ШТАТУ ДЕЛАВЕР, 1450 Poydras Street, New Orleans, Louisiana 70112 USA (US)
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: US	(74) Представник: Войтенко Олександр Петрович, реєстр. №23
(41) Публікація відомостей про заявку: 10.12.2007, Бюл.№ 20	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: US 5829369 A; 03.11.1998 US 5651320 A; 29.07.1997 US 5199355 A; 06.04.1993 US 4836772 A; 06.06.1989 UA 35629 C2; 16.04.2001 EP 0687857 B1; 17.05.2000 DE 10225082 A1; 08.01.2004
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.01.2013, Бюл.№ 1	

(54) СЕРЕДНЬОЗОННИЙ ПОВІТРОРІЗДІЛЬНИЙ КОНУС ВЕЛИКОГО ДІАМЕТРА ДЛЯ ЗБІЛЬШЕННЯ ВНУТРІШНЬОЇ РЕЦИРКУЛЯЦІЙНОЇ ЗОНИ**(57) Реферат:**

Середньозонний повітророздільний конус великого діаметра запропоновано для зменшення рівня NO_x під час роботи пальника шляхом збільшення внутрішньої рециркуляційної зони (IRZ) на виході з пальника. Середньозонний повітророздільний конус має коротку циліндричну передню крайку, розташовану у зовнішній повітряній зоні пальника. Середньозонний повітророздільний конус розділяє потік вторинного повітря зовнішньої повітряної зони на два рівні або нерівні потоки залежно від положення повітророздільного конуса відносно зовнішньої повітряної зони та відхиляє частину потоку вторинного повітря радіально назовні. Оскільки радіальне положення повітророздільного конуса знаходиться далі від осьової лінії пальника, то розмір внутрішньої рециркуляційної зони збільшується, а емісія NO_x мінімізується.

UA 100490 C2

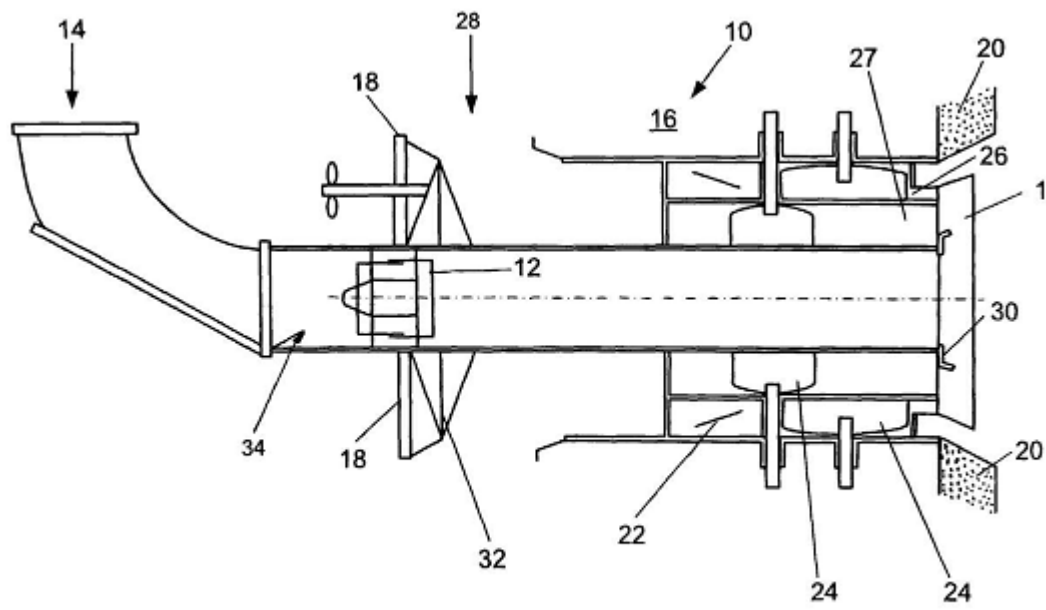


Fig. 4

Цей винахід взагалі належить до галузі паливних пальників та, зокрема, він стосується нового та корисного повітороздільного конуса для збільшення внутрішньої рециркуляційної зони біля виходу однієї або більше повітряних зон, що оточують паливне сопло.

Принцип роботи пальників для спалювання твердого палива з низьким рівнем утворення NO_x полягає у контрольованому розділенні та змішуванні палива та окисника з метою мінімізації окиснення зв'язаного з паливом азоту та азоту повітря до NO_x (тобто, $\text{NO} + \text{NO}_2$). Застосування надлишку повітря разом з багатим на паливо згорянням називається зовнішнім (або повітряним) етапом. Внутрішній етап включає утворення багатої на паливо та бідної на паливо зон згоряння усередині полум'я пальника. За умови належної конструкції, структури змішування та завихрювання палива-повітря можна оптимізувати так, щоб утворити зону зворотного потоку або "внутрішню рециркуляційну зону" (IRZ) біля виходу пальника для рециркуляції тепла та продуктів згоряння, які містять NO_x , із бідної на паливо зони у багату на паливо зону для того, щоб підтримувати запалювання, зберігати стабільність полум'я та перетворювати NO_x у N_2 . Як внутрішній, так і зовнішній етапи часто бувають необхідними для максимального відновлення NO_x . Полум'я з великими високотемпературними субстехіометричними (з дефіцитом кисню) внутрішніми рециркуляційними зонами взагалі виробляє дуже низькі рівні NO_x , тому що такі умови є сприятливими для руйнування NO_x . Конструкції пальників з низьким рівнем NO_x утворюють внутрішню рециркуляційну зону шляхом створення завихрювання у повітряних та/або паливних потоках, а також вони мають пристрої для відхилення потоку, такі як стабілізатори полум'я та повітороздільні конуси.

Фігура 1 демонструє пальник 900 для спалювання розпиленого вугілля з низьким рівнем утворення NO_x , який має звичайний повітороздільний конус. Первинне повітря та розпилене вугілля 902 вдуваються у вхідний отвір та проходять крізь коліно 904 пальника.

Розпилене вугілля концентрується по зовнішньому радіусу на виході з коліна. Розпилене вугілля потрапляє у вхідний кінець паливного сопла або трубчатого сопла 906 пальника та наштовхується на дефлектор 908, який спрямовує потік вугілля у конічний дифузор 912, який розпорошує більшу частину частинок розпиленого вугілля, що містяться у первинному повітрі, у ділянку біля внутрішньої поверхні трубчатого сопла 906 пальника, внаслідок чого потік залишає центральну частину сопла 906 відносно вільною від частинок розпиленого вугілля.

Вторинне повітря 910, або більша частина повітря згоряння, подається до внутрішньої та зовнішньої зон 914 та 916 вторинного повітря з повітряної камери пальника. Завихрювання можна утворити у зонах 914 та 916 за допомогою поворотних лопаток 922 з регульованим кутом повороту у внутрішній повітряній зоні 914 та лопаток 920 з фіксованим поворотом, а також поворотних лопаток 922 з регульованим кутом повороту у зовнішній повітряній зоні 916. Внутрішня та зовнішня зони 914 та 916 вторинного повітря утворені концентрично оточуючими стінками. Внутрішня повітряна зона 914 концентрично оточує трубчатє сопло 906 пальника, а зовнішня повітряна зона 916 концентрично оточує внутрішню повітряну зону 914.

Повітороздільний конус 924, що концентрично оточує кінець трубчатого сопла 906 пальника, допомагає спрямовувати вторинне повітря 910, яке залишає внутрішню та зовнішню повітряні зони 914 та 916. Стабілізатор полум'я 926 та повітряна заслінка 928 регулюють вторинне повітря 910. Стабілізатор полум'я 926 розташований на кінці трубчатого сопла 906 пальника, тоді як повітороздільний конус 924 розташований на циліндричному рукаві, який розділяє внутрішню та зовнішню зони 914 та 916 вторинного повітря.

Внутрішня та зовнішня зони 914 та 916 спрямовують вихід вторинного повітря радіально завдяки комбінованій дії горловини пальника та завихрювання, створеного поворотними лопатками 922, утворюючи внутрішні рециркуляційні зони 930 (IRZ). Фігура 1 демонструє передбачені лінії току зворотного потоку у внутрішній рециркуляційній зоні пальника 900 для спалювання розпиленого вугілля з низьким рівнем утворення NO_x , який має звичайний повітороздільний конус 924. NO_x утворюється уздовж зовнішньої багатої на повітря периферійної ділянки полум'я, куди вторинне повітря надходить з внутрішньої та зовнішньої повітряних зон. Внутрішня рециркуляційна зона примушує NO_x , утворений на зовнішній стороні полум'я, рециркулюватися назад уздовж багатої на паливо серцевини полум'я, де радикали вуглеводню реагують, відновлюючи при цьому NO_x .

Розмір внутрішньої рециркуляційної зони можна дещо збільшити шляхом утворення більш інтенсивного завихрювання потоку вторинного повітря та шляхом подовження пристроїв відхилення потоку або шляхом збільшення їх кута атаки. Умовою утворення сильно завихрених потоків є підвищення потужності повітродувки, оскільки тиск падає більше. Згоряння при сильному завихрюванні може також інтенсифікувати змішування палива/окисника та спричинити високу емісію NO_x . Внаслідок подовження пристроїв відхилення потоку (стабілізатора полум'я або повітороздільного конуса) у піч ці деталі можуть зазнати впливу високих температур

полум'я, що може спричинити їх руйнування. Збільшення кута атаки пристрою відхилення потоку може обмежити проходи повітряних потоків, підсилити падіння тиску та звести до мінімуму вплив завихрювання. Отже, існує потреба у пристрої, завдяки якому безпечно та ефективно збільшився б розмір внутрішньої рециркуляційної зони, та при цьому не виникало б руйнування пристроїв відхилення потоку, не збільшилася б емісія NO_x або не падав би тиск.

Суть винаходу.

Задачею цього винаходу є пристрій, який безпечно та ефективно збільшує розмір внутрішньої рециркуляційної зони, не руйнуючи при цьому пристрої відхилення потоку, не спричиняючи підвищення емісії NO_x або не підсилюючи падіння тиску.

Отже, для збільшення внутрішньої рециркуляційної зони та зменшення NO_x запропоновано середньозонний повітороздільний конус великого діаметра. Повітороздільний конус має більший діаметр порівняно зі звичайним повітороздільним конусом. Цей середньозонний повітороздільний конус має коротку циліндричну передню крайку, яка розташована у зовнішній повітряній зоні пальника. Середньозонний повітороздільний конус підтримується дистанційовальними опорами усередині зовнішньої повітряної зони. Середньозонний повітороздільний конус розділяє потік вторинного повітря зовнішньої повітряної зони на два рівні або нерівні потоки залежно від положення цього повітороздільного конуса відносно зовнішньої повітряної зони та відхиляє частину потоку вторинного повітря радіально назовні. Оскільки радіальне положення середньозонного повітороздільного конуса знаходиться далі від осевої лінії пальника порівняно з радіальним положенням звичайного повітороздільного конуса, то розмір внутрішньої рециркуляційної зони збільшується, а емісія NO_x мінімізується.

Середньозонний повітороздільний конус можна застосовувати з багатьма типами пальників. Середньозонний повітороздільний конус можна застосовувати з пальниками, паливом для яких служить розпилене вугілля, нафта або природний газ. Середньозонний повітороздільний конус можна застосовувати з пальниками з первинним повітрям та вугіллям у центрі або з великим центральним проходом вторинного повітря, оточеного первинним повітрям та вугіллям. Середньозонний повітороздільний конус можна по суті застосовувати з будь-яким пальником, де існує принаймні одна повітряна зона, що оточує паливне сопло або кільце, де повітороздільний конус має великий діаметр, завдяки чому збільшується внутрішня рециркуляційна зона.

Отже, деякими з переваг застосування середньозонного повітороздільного конуса цього винаходу є збільшення внутрішньої рециркуляційної зони, краще приєднання та стабілізація полум'я та зменшення емісії NO_x . Крім того, відсутній будь-який шкідливий ефект від роботи пальника, такий як руйнування повітороздільного конуса або інших деталей пальника, та не збільшується падіння тиску. Середньозонний повітороздільний конус є простим, ефективним та недорогим рішенням, яке не потребує жодних додаткових трубопроводів усередині пальника, та його можна відносно легко розташувати усередині повітряної зони багатьох пальників.

Різні ознаки новизни, які характеризують цей винахід, будуть докладно описані у формулі винаходу, яка додається та яка є частиною цього опису. Для кращого розуміння винаходу, переваг його функціонування та специфічних цілей, які досягаються завдяки його застосуванню, зроблені посилання на супроводжувальний ілюстративний матеріал та його опис, де проілюстровано переважні варіанти здійснення винаходу.

Стислий опис ілюстративного матеріалу.

В ілюстративному матеріалі:

фіг. 1 - це схематичне креслення, на якому зображено передбачені лінії току зворотного потоку у внутрішній рециркуляційній зоні пальника для спалювання розпиленого вугілля з низьким рівнем утворення NO_x , який має звичайний повітороздільний конус;

фіг. 2 - це схематичне креслення середньозонного повітороздільного конуса цього винаходу на кінці пальника;

фіг. 3 - це графік відношення об'ємної витрати зворотного потоку в залежності від аксіальної відстані як для звичайного повітороздільного конуса, так і для середньозонного повітороздільного конуса цього винаходу;

фіг. 4 - це схематичне креслення пальника DRB-XCL® для спалювання розпиленого вугілля з низьким рівнем утворення NO_x , який містить середньозонний повітороздільний конус цього винаходу;

фіг. 5 - це схематичне креслення пальника DRB-4Z® з низьким рівнем утворення NO_x , який містить середньозонний повітороздільний конус цього винаходу;

фіг. 6 - це схематичне креслення пальника для спалювання розпиленого вугілля з центральним повітряним струменем та низьким рівнем утворення NO_x , який містить середньозонний повітороздільний конус цього винаходу;

фіг. 7 - це схематичне креслення пальника XCL-S для спалювання розпиленого вугілля з низьким рівнем утворення NO_x , який містить середньозонний повітороздільний конус цього винаходу.

Опис переважних варіантів здійсненні винаходу.

5 Тепер звернемося до ілюстративного матеріалу, у якому подібні числові посилання застосовуються для позначення однакових або подібних елементів. Фігура 2 демонструє кінець
пальника 2, який є суміжним до або знаходиться біля печі. Кінець пальника 2 містить
середньозонний повітороздільний конус 1 великого діаметра з короткою циліндричною
передньою крайкою, яка розташована посередині зовнішньої зони 4 вторинного повітря.
10 Пристрій підтримується дистанційовальними опорами (не зображено) усередині зовнішньої зони
4 вторинного повітря та він не з'єднується безпосередньо з будь-якими трубопроводами у
пальнику. Він по суті розділяє потік вторинного повітря зовнішньої повітряної зони 4 на два
потоки та відхиляє частину потоку вторинного повітря радіально назовні. Оскільки радіальне
положення повітороздільного конуса 1 знаходиться далі від осьової лінії пальника порівняно з
15 радіальним положенням звичайного повітороздільного конуса, зображеного на фіг. 1, то це
збільшує розмір внутрішньої рециркуляційної зони, завдяки чому мінімізується емісія NO_x .

Кут розходження середньозонного повітороздільного конуса може становити від 25 до 45°
від горизонтальної вісі (кут конуса 50-90°). Незважаючи на те, що варіант здійснення на фіг. 2
демонструє, що середньозонний повітороздільний конус розташований приблизно посередині
20 кільця зовнішньої повітряної зони, конус також можна розташовувати будь-де усередині кільця
зовнішньої повітряної зони, щоб розділити потік вторинного повітря у будь-якій бажаній
пропорції. Довжина конуса 1 може різнитися залежно від проміжку повітряної зони та розміру
пальника. Середньозонний повітороздільний конус 1 можна також застосовувати у пальниках,
сконструйованих для спалення розпиленого вугілля, нафтового палива та природного газу.

25 Фігура 3 демонструє визначене шляхом комп'ютерного моделювання передбачення витрати
зворотного (рециркуляційного) потоку у прилеглий до пальника ділянці полум'я при різних
аксіальних відстанях до 2,5 діаметрів пальника ($x/D = 2,5$). Графік ясно вказує на більший розмір
внутрішньої рециркуляційної зони (більший зворотний потік) для випадку застосування
середньозонного повітороздільного конуса відносно звичайного повітороздільного конуса.
30 Слід відзначити, що розрахунки відповідають етапному згорянню східного бітумного вугілля при
стехіометрії пальника 0,85.

Фіг. 4-7 демонструють чотири можливі варіанти розташування середньозонного
повітороздільного конуса 1 у чотирьох різних типах пальників. Незважаючи на те, що
зображено чотири різні варіанти здійснення винаходу, винахід не обмежується цими варіантами
35 здійснення. Середньозонний повітороздільний конус цього винаходу можна також розташувати
в інших не зображених у цьому описі пальниках, де існує принаймні одна повітряна зона, що
оточує паливне сопло або кільце.

Фіг. 4 демонструє розташування середньозонного повітороздільного конуса 1 у пальнику 10
типу DRB-XCL® для спалювання розпиленого вугілля з низьким рівнем утворення NO_x , який
40 більш докладно описаний як попередній рівень техніки у патенті США № 5829369 (див. фіг. 2 у
патенті), який включено сюди шляхом посилання. Пальник 10 містить конічний дифузор 12 та
дефлектор 34, розташовані усередині центрального трубопроводу пальника 10, у який
розпилене вугілля та повітря подаються через вхідний отвір 14 для палива та первинного
повітря (транспортного повітря). Повітряна камера 16 знаходиться між внутрішньою та
45 зовнішньою стінками 18, 20, відповідно. Повітряна камера 16 містить трубопровід пальника,
який концентрично оточується стінками, які містять зовнішній ряд лопаток 22 з фіксованим
поворотом та поворотних лопаток 24 з регульованим кутом повороту усередині зовнішньої
повітряної зони 26. Внутрішня повітряна зона 27 розташована концентрично усередині
зовнішньої повітряної зони 26. Пальник 10 має стабілізатор полум'я 30 та повітряну заслінку 32
50 для регулювання кількості вторинного повітря 28.

Середньозонний повітороздільний конус 1 цього винаходу призначений для збільшення
внутрішньої рециркуляційної зони та зменшення утворення NO_x . Цей повітороздільний конус 1
має більший діаметр порівняно з повітороздільним конусом, зображеним на фіг. 1.
Середньозонний повітороздільний конус 1 також має коротку циліндричну передню крайку, яка
55 розташована посередині зовнішньої повітряної зони 26. Середньозонний повітороздільний
конус 1 підтримується дистанційовальними опорами (не зображено) усередині зовнішньої
повітряної зони 26. Середньозонний повітороздільний конус 1 розділяє потік вторинного
повітря зовнішньої повітряної зони 26 на два потоки та відхиляє частину потоку вторинного
повітря радіально назовні. Оскільки радіальне положення повітороздільного конуса 1
60 знаходиться далі від осьової лінії пальника порівняно з радіальним положенням звичайного

повітророздільного конуса, зображеного на фіг. 1, то це збільшує розмір внутрішньої рециркуляційної зони, завдяки чому мінімізується емісія NO_x .

Фіг. 5 демонструє пальник, який взагалі позначається 40, згідно з цим винаходом. Пальник 40, який також називається пальником DRB-4Z®, містить ряд зон, утворених концентрично оточуючими стінками у трубопроводі пальника, через який постачається паливо, таке як розпилене вугілля з обмеженим потоком транспортного повітря (первинного повітря), та додаткове повітря для згоряння (вторинне повітря) 28, що надходить з повітряної камери 16 пальника. Центральна зона 42 пальника 40 являє собою кругову у поперечному перерізі первинну зону або паливне сопло, через яке подається первинне повітря та розпилене вугілля через вхідний отвір 44 з джерела постачання (не зображено). Центральну або первинну зону 42 оточує кільцева концентрична стінка 45, яка утворює перехідну зону 46, яка є перехідною від первинної до вторинної зони і яку побудовано або для постачання вторинного повітря згоряння, або для відхилення вторинного повітря до решти зовнішніх повітряних зон. Перехідна зона 46 функціонує як буфер між первинним та вторинним потоками, що дозволяє покращити регулювання змішування та стабільності полум'я біля пальника. Перехідна зона 46 має таку конфігурацію, щоб через неї можна було б вводити повітря з завихрюванням або без нього, або таку конфігурацію, щоб підсилити рівень турбулентності з метою покращити регулювання згоряння. Решта кільцевих зон пальника 40 складається з внутрішньої повітряної зони 48 та зовнішньої повітряної зони 50, які утворюються концентрично оточуючими стінками та через які постачається більша частина повітря згоряння.

Пальник 40 містить середньозонний повітророздільний конус 1, який має коротку циліндричну передню крайку, яка розташована посередині зовнішньої повітряної зони 50. Середньозонний повітророздільний конус 1 підтримується дистанційовальними опорами (не зображено) усередині кільця зовнішньої зони вторинного повітря. Середньозонний повітророздільний конус 1 розділяє потік вторинного повітря зовнішньої повітряної зони 50 на два потоки та відхиляє частину потоку вторинного повітря радіально назовні. Оскільки радіальне положення повітророздільного конуса 1 знаходиться далі від осрової лінії пальника порівняно з радіальним положенням звичайного повітророздільного конуса, зображеного на фіг. 1, то це збільшує розмір внутрішньої рециркуляційної зони, завдяки чому мінімізується емісія NO_x .

За своєю структурою конструкція пальника 40 типу (DRB-4Z®) згідно з цим винаходом засновується здебільшого на конструкції пальника типу DRB-XCL®, зображеного на фіг. 4. Докладне пояснення різниці між цими двома типами пальників наведено у патенті США № 5829369.

Фіг. 6 демонструє пальник 60 для спалювання розпиленого вугілля з центральним повітряним струменем та низьким рівнем утворення NO_x , у якому розпилене вугілля та первинне повітря (РВ/ПП) 61 надходять через вхідний отвір та проходять через коліно 62 пальника. Розпилене вугілля рухається здебільшого уздовж зовнішнього радіуса коліна 62 та концентрується у потоці біля зовнішнього радіуса на виході з коліна. Розпилене вугілля надходить до труби 63 для вугілля та зіштовхується з дефлектором 64, який переспрямовує потік вугілля на конічний елемент 65, диспергуючи вугілля. Серцевинна або центральна труба 66 приєднана далі по потоку від конічного елемента 65. Труба 63 для вугілля розширюється у секції 63А, утворюючи секцію 63В з більшим діаметром. Дисперговане вугілля рухається у кільце 71, утворене між центральною трубою 66 та трубою 63А, а потім 63В для вугілля. Розпилене вугілля та первинне повітря (РВ/ПП) 61 потім виходять з кільця 71 для вугілля та потрапляє у вихід 68 пальника, а потім назовні у піч (не зображена). Серцевинна або центральна труба 66 та кільце 71 утворюють паливне сопло.

Вторинне повітря 78 подається нагнітальними повітродувками або їм подібними пристроями, попередньо нагрівається у повітронагрівачах та постачається під тиском. Повітря центрального струменя проходить через канал постачання 69 до центральної зони 70. Клиноподібні деталі 69А та 69В утворюють більш сконструйований прохід для потоку розпиленого вугілля та первинного повітря (РВ/ПП) 61, коли він рухається, щоб оминати канал постачання 69 повітря центрального струменя. Повітря центрального струменя рухається у центральній зоні 70, доки не виходить з неї. Деяка кількість вторинного повітря тече у перехідну зону 76 або зовнішню повітряну зону 77. Подачу вторинного повітря до тієї або іншої зони можна зменшити або можна постачати меншу кількість повітря в обидві зони для того, щоб охолодити пальник, коли пальник не функціонує. Перехідна зона 76 відокремлена від зовнішньої повітряної зони 77. Перехідну зону 76 побудовано так, щоб постачати повітря для змішування та забезпечення стабільності біля пальника. Поворотні лопатки 81 з регульованим кутом повороту розташовані у перехідній зоні 76, щоб надати завихрювання перехідному

повітря. Зовнішнє повітря рухається через лопатки 80 з фіксованим кутом повороту та поворотні лопатки 82 з регульованим кутом повороту, які завихрюють зовнішнє повітря.

Середньозонний повітороздільний конус 1 великого діаметра з короткою циліндричною передньою крайкою розташований посередині зовнішньої повітряної зони 77. Конус 1 підтримується дистанційовальними опорами (не зображено) усередині зовнішньої повітряної зони 77 та безпосередньо не з'єднується з жодним трубопроводом у пальнику. Конус 1 розділяє потік вторинного повітря зовнішньої повітряної зони 77 на два потоки та відхиляє частину потоку вторинного повітря радіально назовні. Оскільки радіальне положення повітороздільного конуса 1 знаходиться далі від осьової лінії пальника порівняно з радіальним положенням звичайного повітороздільного конуса, зображеного на фіг. 1, то це збільшує розмір внутрішньої рециркуляційної зони, завдяки чому мінімізується емісія NO_x .

Функціонування середньозонного повітороздільного конуса також випробували із застосуванням пальника для спалювання розпиленого вугілля з центральним повітряним струменем та низьким рівнем утворення NO_x при 100 млн. Btu (британська теплова одиниця)/годину (293,067кВт) під час спалювання розпиленого східного бітумного вугілля. При 17 % загального надлишку повітря та при стехіометрії пальника 0,80 емісія NO_x становила 0,276 фунтів/млн. Btu ($0,1187 \cdot 10^{-6} \text{кг/кДж}$), коли застосовувався звичайний повітороздільний конус, розташований на кінці циліндричного рукава, який відокремлює перехідну зону 76 від зовнішньої повітряної зони 77, та 0,238 фунтів/млн. Btu ($0,1023 \cdot 10^{-6} \text{кг/кДж}$), коли застосовували середньозонний повітороздільний конус, зображений на фіг. 6, при цьому підтримувалися низькі рівні CO та неспаленого вуглецю.

Фіг. 7 демонструє інший варіант здійснення пальника з низьким рівнем утворення NO_x згідно з цим винаходом. Тверде паливо, таке як розпилене вугілля, та первинне повітря надходять до пальника 100 через впускний отвір 102 пальника та проходять крізь коліно 104 пальника. Вторинне повітря 106 надходить до зовнішньої повітряної зони 108, де за допомогою поворотних лопаток 110 його можна завихрювати.

Середньозонний повітороздільний конус 1 розташований у зовнішній повітряній зоні 108. Середньозонний повітороздільний конус 1 підтримується дистанційовальними опорами (не зображено) усередині зовнішньої повітряної зони 108. Повітороздільний конус 1 розділяє потік вторинного повітря зовнішньої повітряної зони 108 на два потоки та відхиляє частину потоку вторинного повітря радіально назовні. Оскільки радіальне положення повітороздільного конуса 1 знаходиться далі від осьової лінії пальника порівняно з радіальним положенням звичайного повітороздільного конуса, зображеного на фіг. 1, то це збільшує розмір внутрішньої рециркуляційної зони, завдяки чому мінімізується емісія NO_x .

Незважаючи на те, що специфічні варіанти здійснення винаходу було продемонстровано та описано докладно з метою проілюструвати застосування принципів винаходу, зрозуміло, що цей винахід можна здійснити іншим чином, не відходячи від цих принципів.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Пальник, який містить паливне сопло з віссю та виходом, яке концентрично оточене стінками, які утворюють принаймні одну внутрішню повітряну зону з вихідним кінцем, яка концентрично оточує згадане паливне сопло, та зовнішню повітряну зону з вихідним кінцем, який має форму кільця, та зі стінкою, що концентрично оточує згадану внутрішню повітряну зону, перші засоби для утворення завихрювання, які розташовані у згаданій внутрішній повітряній зоні, другі засоби для утворення завихрювання, які розташовані у згаданій зовнішній повітряній зоні, та повітороздільний засіб для розділення потоку вторинного повітря на два окремі потоки та для відхилення частини потоку вторинного повітря радіально назовні, який **відрізняється** тим, що повітороздільний засіб розташований на вихідному кінці зовнішньої повітряної зони у вищевказаному кільці.

2. Пальник за п. 1, який **відрізняється** тим, що повітороздільний засіб виконаний у формі конуса.

3. Пальник за п. 2, який **відрізняється** тим, що конус має коротку циліндричну передню крайку, яка розташована у зовнішній повітряній зоні.

4. Пальник за п. 2, який **відрізняється** тим, що кут розходження конуса відносно осі паливного сопла становить від 25 до 45 градусів.

5. Пальник за п. 1, який **відрізняється** тим, що принаймні одна внутрішня повітряна зона є кільцевою перехідною зоною, яка концентрично оточує паливне сопло.

6. Пальник за п. 1, який **відрізняється** тим, що принаймні одна внутрішня повітряна зона містить першу кільцеву перехідну зону, яка концентрично оточує паливне сопло, та другу

внутрішню повітряну зону, що має стінку, яка концентрично оточує згадану перехідну зону, та при цьому згадані перші засоби для утворення завихрювання розташовані у згаданій внутрішній повітряній зоні.

7. Пальник за п. 1, який **відрізняється** тим, що повітророздільний засіб розташований так, щоб розділяти вторинний потік на рівні частини.

8. Пальник за п. 1, який **відрізняється** тим, що повітророздільний засіб розташований так, щоб розділяти вторинний потік на нерівні частини.

9. Пальник за п. 1, який **відрізняється** тим, що паливне сопло має центральний прохід вторинного повітря та оточуючий його зовнішній прохід первинного палива з первинним повітрям для спалення у первинній зоні.

10. Пальник, який містить паливне сопло для проходу принаймні первинного палива з первинним повітрям для спалення у первинній зоні, при цьому паливне сопло має вісь та вихід і концентрично оточене стінками, які утворюють принаймні одну внутрішню повітряну зону з вихідним кінцем, яка концентрично оточує згадане паливне сопло, зовнішню повітряну зону з вихідним кінцем, який має форму кільця, та зі стінкою, що концентрично оточує згадану внутрішню повітряну зону, перші засоби для утворення завихрювання, які розташовані у згаданій внутрішній повітряній зоні, другі засоби для утворення завихрювання, які розташовані у згаданій зовнішній повітряній зоні, та повітророздільний засіб для розділення потоку вторинного повітря на два окремі потоки та для відхилення частини потоку вторинного повітря радіально назовні, який **відрізняється** тим, що повітророздільний засіб розташований на вихідному кінці зовнішньої повітряної зони у вищевказаному кільці і виконаний у формі повітророздільного конуса.

11. Пальник за п. 10, який **відрізняється** тим, що повітророздільний конус має коротку циліндричну передню крайку, яка розташована у зовнішній повітряній зоні.

12. Пальник за п. 10, який **відрізняється** тим, що кут розходження повітророздільного конуса відносно осі паливного сопла становить від 25 до 45 градусів.

13. Пальник за п. 10, який **відрізняється** тим, що принаймні одна внутрішня повітряна зона є кільцевою перехідною зоною, яка концентрично оточує паливне сопло.

14. Пальник за п. 10, який **відрізняється** тим, що принаймні одна внутрішня повітряна зона містить першу кільцеву перехідну зону, яка концентрично оточує паливне сопло, та другу внутрішню повітряну зону, що має стінку, яка концентрично оточує згадану перехідну зону, та при цьому згадані перші засоби для утворення завихрювання розташовані у згаданій внутрішній повітряній зоні.

15. Пальник за п. 10, який **відрізняється** тим, що повітророздільний конус розташований так, щоб розділяти потік вторинного повітря на рівні частини.

16. Пальник за п. 10, який **відрізняється** тим, що повітророздільний конус розташований так, щоб розділяти потік вторинного повітря на нерівні частини.

17. Пальник за п. 10, який **відрізняється** тим, що паливне сопло має центральний прохід вторинного повітря та оточуючий його зовнішній прохід первинного палива з первинним повітрям для спалення у первинній зоні.

18. Пальник, який містить паливне сопло з віссю та виходом, яке концентрично оточене стінкою, яка утворює зовнішню повітряну зону, яка концентрично оточує згадане паливне сопло та має вихідний кінець, який має форму кільця, засоби для утворення завихрювання, які розташовані у зовнішній повітряній зоні, та повітророздільний засіб для розділення потоку вторинного повітря на два окремі потоки та для відхилення частини потоку вторинного повітря радіально назовні, який **відрізняється** тим, що повітророздільний засіб розташований на вихідному кінці зовнішньої повітряної зони у вищевказаному кільці і виконаний у формі конуса, кут розходження якого відносно осі паливного сопла становить від одразу більше 25 до 45 градусів.

19. Пальник за п. 18, який **відрізняється** тим, що конус має коротку циліндричну передню крайку, розташовану у зовнішній повітряній зоні.

20. Пальник за п. 19, який **відрізняється** тим, що кут розходження конуса відносно осі паливного сопла становить від одразу більше 25 до 45 градусів.

21. Пальник за п. 20, який **відрізняється** тим, що повітророздільний засіб розташований так, щоб розділяти вторинний потік на рівні частини.

22. Пальник за п. 20, який **відрізняється** тим, що повітророздільний засіб розташований так, щоб розділяти вторинний потік на нерівні частини.

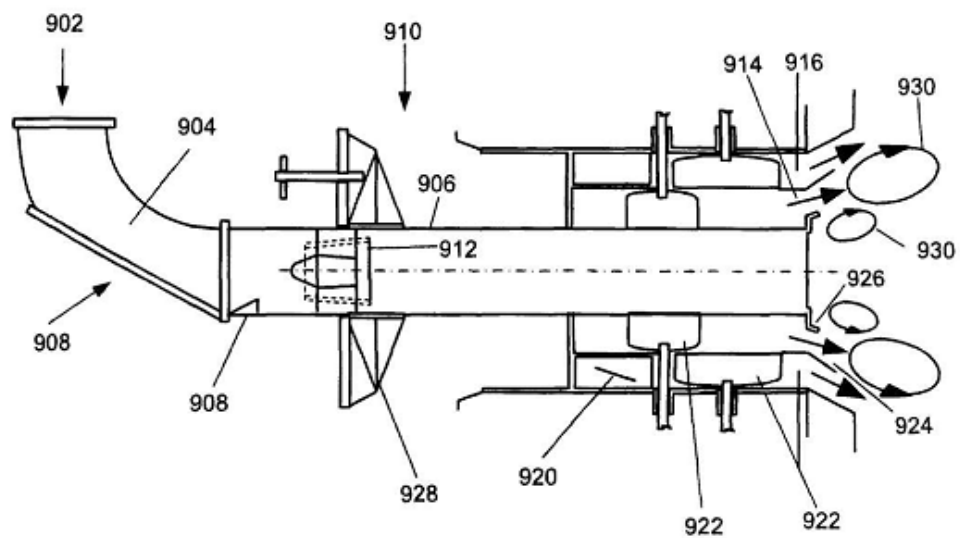


Fig. 1

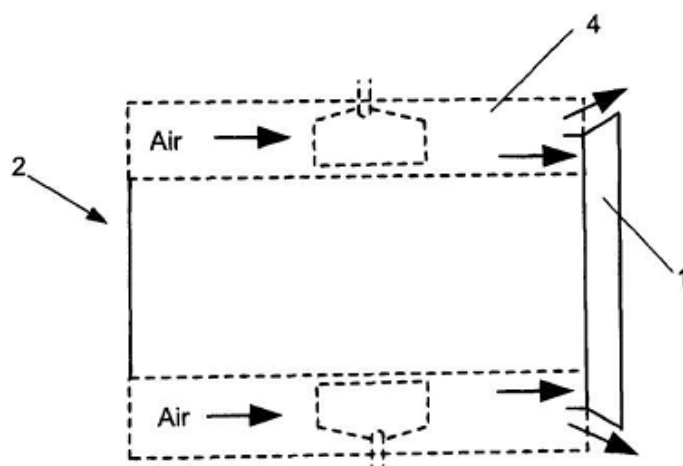


Fig. 2

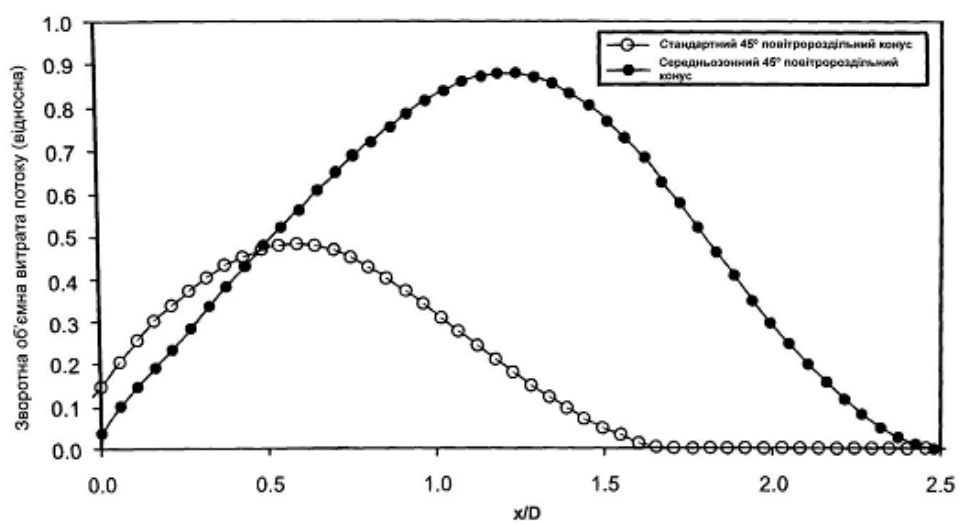


Fig. 3

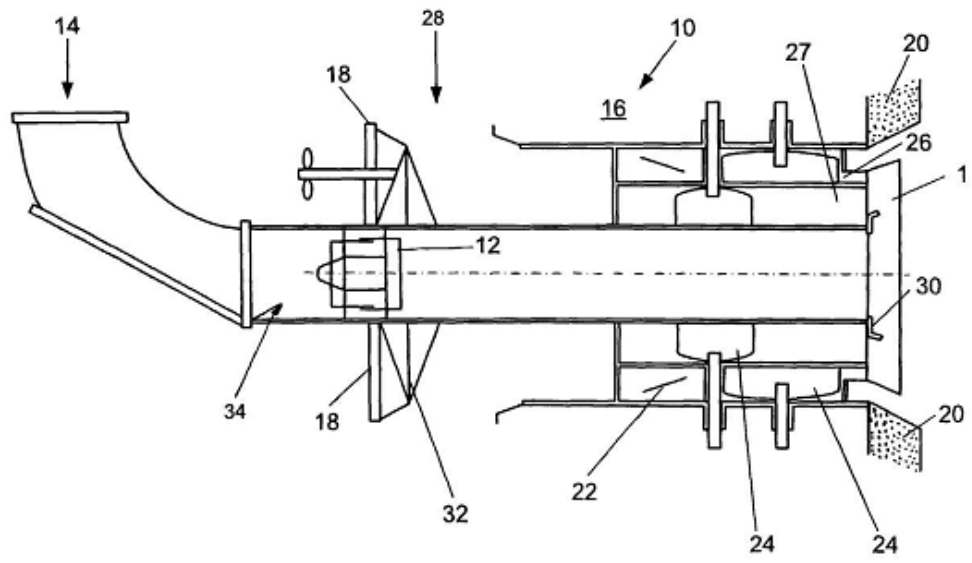


Fig. 4

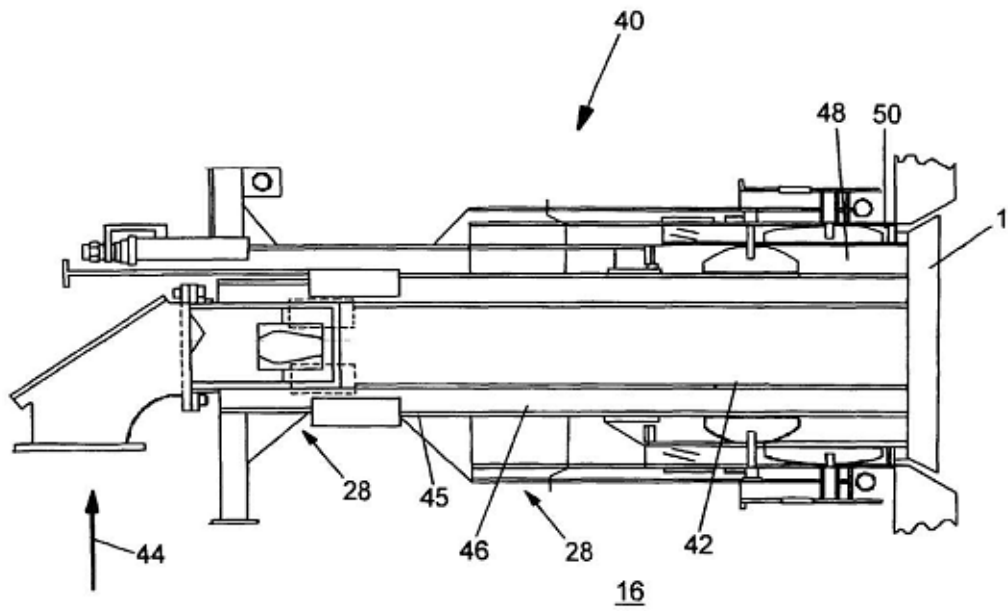


Fig. 5

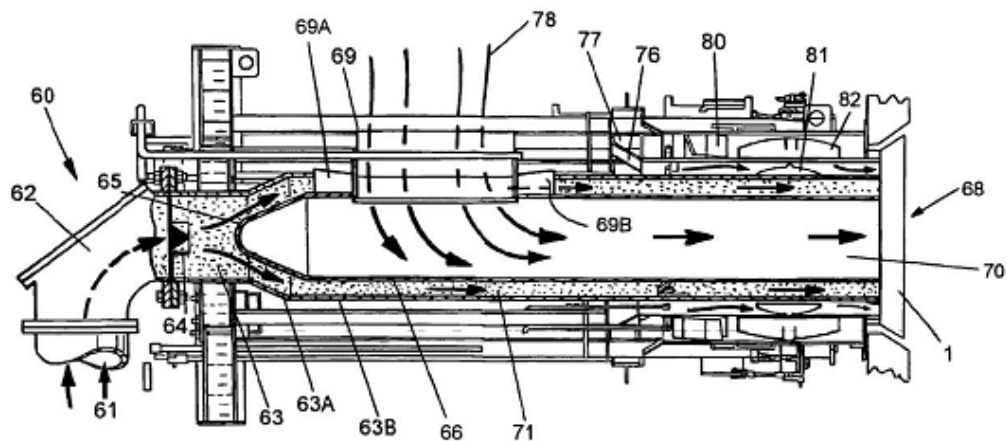


Fig. 6

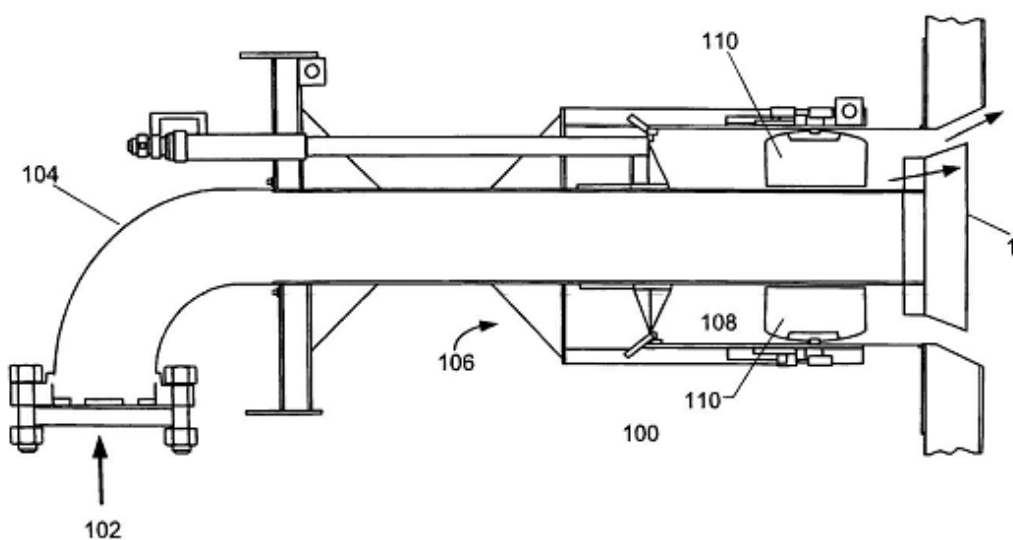


Fig. 7

Комп'ютерна верстка В. Мацело

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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