



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **109719** (13) **C2**
(51) МПК (2015.01)**F23D 1/00****F23C 6/04** (2006.01)**F23B 40/02** (2006.01)**F24H 1/00**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

(21) Номер заявки: а 2013 14853	(72) Винахідник(и): Мацумото Keigo (JP), Фудзімура Коутаро (JP), Домото Кадзухіро (JP), Ітіносе Тосіміцу (JP), Абе Наофумі (JP), Касаї Дзюн (JP)
(22) Дата подання заявки: 07.06.2010	(73) Власник(и): МІЦУБІСІ ХЕВІ ІНДАСТРІЗ, ЛТД., 16-5, Konan 2-chome, Minato-ku, Tokyo, 108-8215, Japan (JP)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 25.09.2015	(74) Представник: Михайлюк Валентин Іванович, реєстр. №1
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 2009-286663	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: JPH 01217109 A, 30.08.1989 JPH 08219415 A, 30.08.1996 JP 2002228107 A, 14.08.2002 US 5529000 A, 25.06.1996 WO 2009114331 A2, 17.09.2009 UA 1578 A1, 25.10.1994
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 17.12.2009	
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: JP	
(41) Публікація відомостей про заявку: 12.05.2014, Бюл.№ 9	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.09.2015, Бюл.№ 18	
(62) Номер та дата подання попередньої заявки, з якої виділено заявку, позначену кодом (21): а201200768, 07.06.2010	

(54) ТВЕРДОПАЛИВНИЙ ПАЛЬНИК І ТВЕРДОПАЛИВНИЙ КОТЕЛ**(57) Реферат:**

Твердопаливний пальник, який використовується у пальниковій секції твердопаливного котла для здійснення горіння з низькими викидами NOx окремо у пальниковій секції й у секції введення додаткового повітря, містить паливний пальник й канал для введення вторинного повітря, який вдуває вторинне повітря. Паливний пальник містить основний пиловугільний канал, який вдуває пилоподібне тверде паливо та основне повітря у топку, та вторинний пиловугільний канал, який передбачений таким чином, що оточує основний пиловугільний канал і вдуває частину вторинного повітря. Основний пиловугільний канал здійснює внутрішню стабілізацію полум'я. Канал для вдування вторинного повітря розміщений вище й нижче та/або з правого й лівого боків паливного пальника і має засіб регулювання потоку повітря. Внутрішня стабілізація полум'я здійснюється щонайменше одним подільним елементом, розміщеним у передній частині шляху потоку основного пиловугільного каналу.

UA 109719 C2

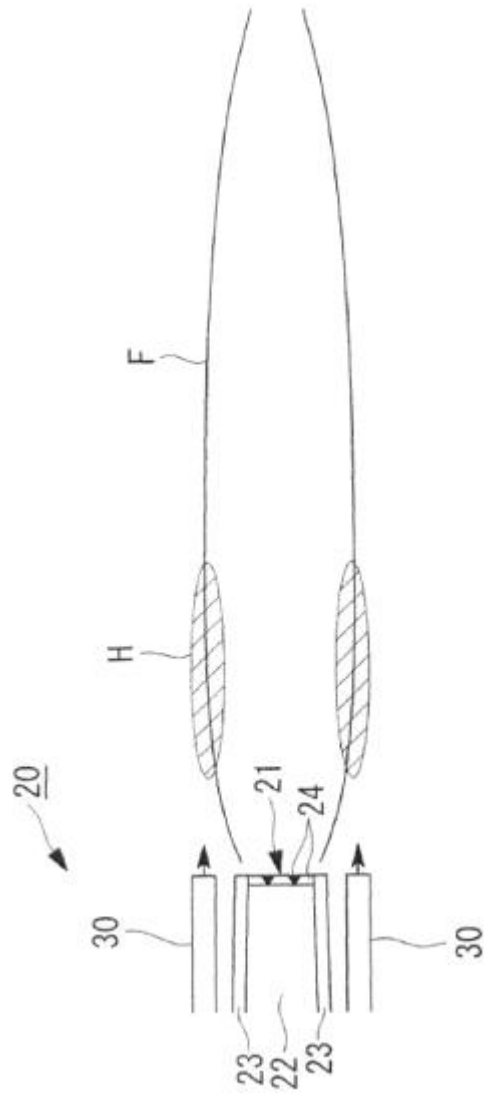


Fig. 1B

Винахід належить до твердопаливних пальників і твердопаливних котлів, що спалюють тверде паливо (пилоподібне паливо), таке як вугільний пил.

Приклади звичайних твердопаливних котлів включають котел на вугільному пилу, що спалює вугільний пил (вугілля) як тверде паливо, наприклад. Приклади цього котла на вугільному пилу включають два типи відомих систем згоряння, а саме: котел із топкою з кутовим розміщенням пальників (з тангенціальною топкою) і котел з розміщенням пальників на вертикальних екранах.

Із цих котлів у котлі з тангенціальною топкою, що спалює вугільний пил, канали для введення вторинного повітря розміщені вище і нижче основного повітря, що вводиться з пиловугільного пальника (твердопаливного пальника) разом із вугільним пилом, що служить паливом, щоб здійснювати регулювання потоку вторинного повітря навколо пиловугільного котла (див., наприклад, патентну літературу [1]).

Кількість вищезазначеного основного повітря має бути достатньою для транспортування вугільного пилу, що служить як паливо, і тому його кількість обумовлюється у вальцьовому млині для розмелу вугілля, щоб створити вугільний пил.

Вищезазначене вторинне повітря вводиться у кількості, потрібній для утворення повного полум'я у котлі з тангенціальною топкою. Тому кількість вторинного повітря для котла з тангенціальною топкою зазвичай одержується шляхом віднімання кількості основного повітря від загальної кількості повітря, потрібного для згоряння вугільного пилу.

З іншого боку, у пальнику котла з розміщенням пальників на вертикальних екранах запропоновано вводити вторинне і третинне повітря на зовнішньому боці основного повітря (для подачі вугільного пилу) для здійснення точного регулювання кількості повітря, що вводиться (див., наприклад, патентну літературу [2]).

Стислий опис винаходу

Технічна задача

Вищеописаний котел з тангенціальною топкою має конструктивне виконання, в якому канал для введення вторинного повітря передбачений вище і нижче вугільного пальника, і, відтак, можна здійснювати точне регулювання кількості вторинного повітря, яке повинне подаватися з каналів для введення вторинного повітря. Отже, на зовнішній периферії полум'я утворюється зона залишення високотемпературного кисню, і, зокрема, зона залишення високотемпературного кисню утворюється у зоні, де зосереджене вторинне повітря, що спричиняє збільшення кількості утворюваних NOx, що є небажаним.

Взагалі, звичайний вугільний пальник має конструктивне виконання, в якому механізм стабілізації полум'я (для регулювання кута при вершині, обертання тощо) розміщений на зовнішній периферії пальника, і, крім того, канали для введення вторинного повітря (або третинного повітря) розміщені безпосередньо поруч із зовнішньою периферією механізму стабілізації полум'я. Таким чином, займання викликається по зовнішній периферії полум'я, і велика кількість повітря змішується на зовнішній периферії полум'я. Як результат, горіння на зовнішній периферії полум'я протікає у висококисневому високотемпературному стані у зоні залишення високотемпературного кисню на зовнішній периферії полум'я, і, відтак, на зовнішній периферії полум'я утворюється NOx.

Оскільки NOx, утворений таким чином у зоні залишення високотемпературного кисню на зовнішній периферії полум'я, проходить через зовнішню периферію полум'я, відновлення NOx затримується у порівнянні до відновлення NOx, утвореного всередині полум'я, і це спричиняє утворення NOx у вугільному котлі.

З іншого боку, й у котлі з розміщенням пальників на вертикальних екранах, оскільки займання здійснюється на зовнішній периферії полум'я через завихрення, це аналогічним чином спричиняє утворення NOx на зовнішній периферії полум'я.

З огляду на ці обставини, притаманні звичайному вугільному пальнику і вугільному котлу, у твердопаливних пальниках і твердопаливних котлах, що спалюють тверде паливо, є бажаним пригнітити зону залишення високотемпературного кисню, що утворюється на зовнішній периферії полум'я, щоб зменшити кількість утворених у кінцевому рахунку NOx, що викидаються з секції введення додаткового повітря.

Винахід здійснено з огляду на вищеописані обставини, і задачею винаходу є створення твердопаливного пальника і твердопаливного котла, спроможного зменшити кількість утворюваних у кінцевому рахунку NOx, що викидаються з секції введення додаткового повітря шляхом пригнічення (послаблення) зони залишення високотемпературного кисню, утвореної на зовнішній периферії полум'я.

{Вирішення задачі}

Щоб вирішити вищеописані задачі, пропонуються наступні рішення.

Відповідно до першого аспекту, пропонується твердопаливний пальник, який використовується у пальниковій секції твердопаливного котла для здійснення горіння з низькими викидами NOx окремо у пальниковій секції й у секції введення додаткового повітря, який містить: паливний пальник, який вдуває пилоподібне тверде паливо й повітря у топку, й канал для введення вторинного повітря, який вдуває вторинне повітря, причому паливний пальник містить основний пиловугільний канал, який вдуває пилоподібне тверде паливо та основне повітря у топку, причому основний пиловугільний канал здійснює внутрішню стабілізацію полум'я, та вторинний пиловугільний канал, який передбачений таким чином, що оточує основний пиловугільний канал і вдуває частину вторинного повітря, причому вторинний пиловугільний канал не здійснює внутрішню стабілізацію полум'я,

де канал для вдування вторинного повітря розміщений вище й нижче та/або з правого й лівого боків паливного пальника і має засіб регулювання потоку повітря, та причому внутрішня стабілізація полум'я здійснюється одним або кількома подільними елементами, розміщеними у передній частині шляху потоку основного пиловугільного каналу.

У цьому твердопаливному пальнику відповідно до першого аспекту цього винаходу, оскільки передбачені: паливний пальник, що має внутрішню стабілізацію полум'я, й канал для введення вторинного повітря, який не здійснює стабілізацію полум'я, і коефіцієнт надлишку повітря у паливному пальнику встановлений на 0,85 або більше, кількість повітря у секції введення додаткового повітря (кількість введенного додаткового повітря) зменшується у порівнянні до випадку, в якому коефіцієнт надлишку повітря встановлений, наприклад, на 0,8. Як наслідок, у секції введення додаткового повітря, в якій кількість введенного додаткового повітря зменшена, кількість NOx, утворених у кінцевому рахунку, зменшується.

Вищеописане зменшення кількості введенного додаткового повітря уможливується, якщо займання у паливному пальнику підсилюється внутрішньою стабілізацією полум'я через використання паливного пальника, що має внутрішню стабілізацію полум'я й канал для введення вторинного повітря, який не здійснює стабілізацію полум'я, і якщо дифузія повітря всередину полум'я покращується для пригнічення зони залишення кисню, утвореної у полум'ї. Зокрема, оскільки зона залишення високотемпературного кисню, утворювана на зовнішній периферії полум'я, пригнічена, і, крім того, підсилення займання утворює NOx всередині полум'я для ефективного відновлення NOx, і при цьому кількість NOx, що досягає секції введення додаткового повітря, зменшується. Крім того, оскільки кількість введенного додаткового повітря у секції введення додаткового повітря зменшується, кількість NOx, утворюваного у секції введення додаткового повітря, також зменшується, і, як наслідок, кількість NOx, що викидаються у кінцевому рахунку, може зменшуватися.

Крім того, використання каналу для введення вторинного повітря, який не здійснює стабілізацію полум'я, також сприяє зменшенню кількості NOx, утворюваних на зовнішній периферії полум'я.

У вищеописаному твердопаливному пальнику переважнішим коефіцієнтом надлишку повітря у паливному пальнику є 0,9 або більше.

У твердопаливному пальнику відповідно до першого аспекту цього винаходу паливний пальник подає пилоподібне паливо й повітря у топку, канал для введення вторинного повітря розміщений вище й нижче та/або з правого і лівого боків паливного пальника і має засіб регулювання потоку повітря, й один або кілька подільних елементів розміщені у передній частині шляху потоку паливного пальника.

Відповідно до цього твердопаливного пальника, оскільки твердопаливний пальник, який подає пилоподібне паливо й повітря у топку, передбачений з одним або кількома подільними елементами, розміщеними у передній частині шляху потоку паливного пальника, подільні елементи функціонують як внутрішній механізм стабілізації полум'я біля центру випускного отвору паливного пальника. Оскільки внутрішня стабілізація полум'я уможливується подільними елементами, центральна частина полум'я стає зазнавати нестачу повітря, і через це відбувається зменшення NOx.

Оскільки твердопаливний пальник, який подає пилоподібне паливо й повітря у топку, передбачений з подільними елементами, розміщеними у кількох напрямках у передній частині шляху потоку паливного пальника, біля центру випускного отвору паливного пальника можна легко передбачити перетини частини подільних елементів, що функціонують як внутрішній механізм стабілізації полум'я.

Таким чином, поблизу центру випускного отвору паливного пальника, де перетинаються подільні елементи, потік пилоподібного палива й повітря збурюється через присутність подільних елементів, що поділяють шлях потоку. Як наслідок, змішування й дифузія повітря забезпечуються навіть всередині полум'я, і, крім того, зона займання поділяється, тим самим

роблячи положення займання ближчим до центральної частини полум'я і зменшуючи кількість незгорілого палива. Зокрема, оскільки кисню стає легко попасти до центральної частини полум'я вздовж подільних елементів, зона залишення високотемпературного кисню на зовнішній периферії полум'я пригнічується, тим самим ефективно здійснюючи внутрішнє

займання. Якщо займання у полум'ї забезпечується, як описано вище, у полум'ї швидко відбувається відновлення, таким чином зменшуючи кількість утворених NOx у порівнянні до випадку, в якому займання відбувається у зоні залишення високотемпературного кисню на зовнішній периферії полум'я.

Слід зазначити, що у цьому твердопаливному пальнику є переважним, якщо стабілізатор полум'я, що зазвичай розміщений на зовнішній периферії пальника, усунуто, з додатковим пригніченням тим самим кількості NOx, утворюваних на зовнішній периферії полум'я.

У твердопаливному пальнику відповідно до першого аспекту цього винаходу є переважним, якщо довжина поверхні займання (L_f), що утворена подільними елементами, встановлена більшою за довжину кола випускного отвору (L) паливного пальника ($L_f > L$).

Якщо довжина подільних елементів встановлена, як описано вище, поверхня займання, визначена довжиною поверхні займання (L_f), є більшою за поверхню займання, що використовується при займанні, здійснюваному на зовнішній периферії полум'я. Отже, у порівнянні до займання, здійснюваного на зовнішній периферії полум'я, внутрішнє займання підсилюється, тим самим сприяючи швидкому відновленню у полум'ї.

Крім того, оскільки подільні елементи поділяють полум'я у них, уможливорюється швидке горіння у полум'ї.

В описаному вище твердопаливному пальнику є переважним, якщо подільні елементи розміщені щільно у центрі випускного отвору паливного пальника.

Якщо подільні елементи, що служать як механізм внутрішньої стабілізації полум'я, розміщені щільно у центрі випускного отвору, як описано вище, подільні елементи зосереджені у центральній частині паливного пальника, тим самим додатково сприяючи займанню у центральній частині полум'я, щоб утворити і швидко відновити NOx у полум'ї.

Крім того, якщо подільні елементи розміщені щільно у центрі, незайнята площа у центральній частині паливного пальника зменшується, що призводить до відносного збільшення втрати тиску на подільних елементах. Відтак, швидкість потоку пилоподібного палива й повітря, що протікає у паливному пальнику, зменшується, і може спричинятися швидше займання.

В описаному вище твердопаливному пальнику є переважним, якщо канали для введення вторинного повітря кожен поділений на кілька незалежних шляхів потоку, де кожен має засоби регулювання потоку повітря.

Твердопаливний пальник зазначеного конструктивного виконання може здійснювати розподіл витрати таким чином, що кількість вторинного повітря, що має вводитися у зовнішню периферію полум'я, встановлюється потрібною величиною завдяки дії засобу регулювання потоку повітря для кожного з поділених шляхів потоку. Відтак, якщо кількість вторинного повітря, що має вводитися у зовнішню периферію полум'я, встановлена належним чином, утворення зони залишення високотемпературного кисню можна пригнітити або відвернути.

У твердопаливному пальнику відповідно до першого аспекту цього винаходу є переважним, якщо паливний пальник подає пилоподібне паливо й повітря у топку, канал для введення вторинного повітря розміщений вище й нижче та/або з правого і лівого боків паливного пальника і поділений на кілька незалежних шляхів потоку, де кожен має засіб регулювання потоку повітря, і подільний елемент розміщений у передній частині шляху потоку паливного пальника.

Відповідно до цього твердопаливного пальника, передбачаються також паливний пальник, який подає пилоподібне паливо й повітря у топку, канали для введення вторинного повітря, кожен з яких розміщений вище й нижче та/або з правого і лівого боків паливного пальника і що кожен має незалежні засоби регулювання потоку повітря, канали для введення вторинного повітря, кожен з яких поділений на кілька незалежних шляхів потоку, де кожен має засіб регулювання потоку повітря, і подільний елемент, розміщений у передній частині шляху потоку паливного пальника. Крім того, розподіл витрати може здійснюватися таким чином, що кількість вторинного повітря, що має вводитися у зовнішню периферію полум'я, встановлюється потрібною величиною завдяки дії засобу регулювання потоку повітря для кожного з поділених шляхів потоку. Відтак, якщо кількість вторинного повітря, що має вводитися у зовнішню периферію полум'я, встановлена належним чином, утворення зони залишення високотемпературного кисню можна пригнітити або відвернути.

Крім того, якщо у передній частині шляху потоку паливного пальника передбачений подільний елемент, потік пилоподібного палива і повітря можна збурювати, щоб викликати

займання у полум'ї. Як наслідок, NOx утворюються у полум'ї і швидко відновлюються у полум'ї, в якому є нестача повітря, оскільки утворені NOx містять багато типів вуглеводнів, що мають відновну дію. Інакше кажучи, подільний елемент може підсилювати внутрішню стабілізацію полум'я, щоб відвернути або пригнітити утворення зони залишення високотемпературного кисню.

Отже, у цьому твердопаливному пальнику є переважним, якщо стабілізатор полум'я, що зазвичай розміщений на зовнішній периферії пальника, усунено.

У вищеописаному твердопаливному пальнику переважно також включити механізм регулювання потоку, що прикладає втрату тиску до потоку пилоподібного палива і повітря, передбаченого на верхньому вхідному боці подільних елементів.

Оскільки цей механізм регулювання потоку усуває коливання витрати пилоподібного палива, спричинюване проходженням через отвір, передбачений у шляху потоку, можна ефективно використовувати механізм внутрішньої стабілізації полум'я, утворений подільними елементами.

У вищеописаному твердопаливному пальнику є переважним, якщо канали для введення вторинного повітря кожен має механізм регулювання кута.

Якщо канали для введення вторинного повітря кожен має механізм регулювання кута, можна оптимально подавати вторинне повітря з каналів для введення вторинного повітря далі за полум'я. Крім того, оскільки завихрення не використовується, можна відвернути або пригнітити утворення зони залишення високотемпературного кисню, одночасно відвертаючи надмірне поширення полум'я.

У вищеописаному твердопаливному пальнику є переважним, якщо розподіл кількості повітря, що має вводитися з каналів для введення вторинного повітря, керується із зворотним зв'язком на основі кількості незгорілого палива і кількості викидів оксидів азоту (NOx).

Якщо здійснюється керування зі зворотним зв'язком, розподіл вторинного повітря може автоматично оптимізуватися. При цьому керуванні, наприклад, якщо кількість незгорілого палива є високою, розподіл вторинного повітря до внутрішнього боку, близького до зовнішньої колової поверхні полум'я, збільшується; а якщо високою є кількість викидів оксидів азоту, збільшується розподіл вторинного повітря до зовнішнього боку, дальнього від зовнішньої колової поверхні полум'я.

Слід зазначити, що для того, щоб виміряти кількість незгорілого палива, можна, наприклад, кожного разу аналізувати зібрану золу, або можна використовувати прилад для вимірювання концентрації вуглецю по розсіянню лазерного випромінювання.

У вищеописаному твердопаливному пальнику є переважним, якщо кількість повітря, що має вводитися з каналів для введення вторинного повітря, розподіляється серед багатоступеневих введень повітря, які роблять зону від пальникової секції до секції введення додаткового повітря відновною атмосферою.

Якщо кількість повітря розподіляється таким чином, кількість утворених оксидів азоту може ще більше зменшуватися через синергізм між зменшенням оксидів азоту через пригнічення зони залишення високотемпературного кисню, утвореної на зовнішній периферії полум'я, і зменшенням оксидів азоту у відхідному газі після згоряння, спричиненим через утворення відновної атмосфери.

У вищеописаному твердопаливному пальнику є переважним, якщо система для подачі повітря у вторинний отвір для вугілля паливного пальника відділена від системи для подачі повітря в канали для введення вторинного повітря.

Якщо ці системи подачі повітря передбачені, кількість повітря можна надійно регулювати, навіть якщо канали для введення вторинного повітря кожен поділений на кілька каналів для забезпечення кількох ступенів.

У вищеописаному твердопаливному пальнику є переважним, якщо кілька шляхів потоку каналів для введення вторинного повітря передбачені концентрично навколо паливного пальника, який має круглу форму, у зовнішньому коловому напрямку багатоступеневим чином.

Твердопаливний пальник такого конструктивного виконання може застосовуватися, зокрема, у котлі з розміщенням пальників на вертикальних екранах. Оскільки повітря рівномірно вводиться з його кола, високотемпературну високоокисневу зону можна точніше зменшити.

Відповідно до другого аспекту, пропонується твердопаливний котел, в якому вищеописаний твердопаливний пальник, що вводить пилоподібне паливо й повітря у топку, розміщений у куті або на стінці топки.

У твердопаливному котлі відповідно до другого аспекту цього винаходу, оскільки передбачений вищеописаний твердопаливний пальник, який удмухує пилоподібне паливо й повітря у топку, подільні елементи, що розміщені біля центру випускного отвору паливного

пальника і функціонують як механізм внутрішньої стабілізації полум'я, поділяють шлях потоку пилоподібного палива й повітря, щоб збурювати їх шлях. Як наслідок, змішування і дифузія повітря забезпечуються навіть у полум'ї, і, крім того, поверхня займання поділяється, тим самим наближуючи положення займання до центру полум'я, зменшуючи кількість незгорілого палива.

5 Зокрема, оскільки кисню легше дійти до центральної частини полум'я, ефективно відбувається внутрішнє займання, і, відтак, у полум'ї протікає швидке відновлення, що зменшує кількість викидів NOx.

Відповідно до третього аспекту, пропонується спосіб експлуатації твердопаливного пальника, використовуваного у пальниковій секції твердопаливного котла для здійснення спалювання з низькими викидами NOx окремо у пальниковій секції й у секції введення додаткового повітря, і який вводить пилоподібне тверде паливо й повітря у топку, причому цей твердопаливний пальник містить: паливний пальник, що має внутрішню стабілізацію полум'я, й канал для введення вторинного повітря, який не здійснює стабілізацію полум'я, в якому експлуатацію здійснюють з коефіцієнтом надлишку повітря у паливному пальнику,

15 встановленим на 0,85 або більше.

Відповідно до цього способу експлуатації твердопаливного пальника, твердопаливний пальник містить паливний пальник, що має внутрішню стабілізацію полум'я й канал для введення вторинного повітря, який не здійснює стабілізацію полум'я, і який експлуатують з коефіцієнтом надлишку повітря у паливному пальнику, встановленим на 0,85

20 або більше. Таким чином, кількість повітря (кількість введенного додаткового повітря) у секції введення додаткового повітря зменшують у порівнянні до випадку, в якому коефіцієнт надлишку повітря становить, наприклад, 0,8. Як наслідок, у секції введення додаткового повітря, де кількість введенного додаткового повітря зменшують, кількість NOx, утворених у кінцевому рахунку, зменшують.

25 {Переважні ефекти винаходу}

При використанні пропонованих твердопаливного пальника й твердопаливного котла, оскільки передбачені паливний пальник, що має внутрішню стабілізацію полум'я, й канал для введення вторинного повітря, який не здійснює стабілізацію полум'я, а коефіцієнт надлишку повітря у паливному пальнику встановлений на 0,85 або більше, переважно, на 0,9 або більше,

30 зменшення кількості введенного додаткового повітря зменшує кількість NOx, утворених у секції введення додаткового повітря.

Крім того, оскільки зона залишення високотемпературного кисню, утворювана на зовнішній периферії полум'я, пригнічується, а NOx, утворені у полум'ї, в якому досягається згоряння попередньої суміші, що наближує згоряння, ефективно відновлюються, зменшення кількості NOx, що досягають секції введення додаткового повітря, і зменшення кількості NOx, утворених через введення додаткового повітря, зменшують кількість NOx, що у кінцевому рахунку викидається із секції введення додаткового повітря.

35

Крім того, оскільки у випускному отворі паливного пальника передбачені подільні елементи, розміщені у кількох напрямках, які функціонують як механізм внутрішньої стабілізації полум'я, шлях потоку пилоподібного палива й повітря поділяється, щоб збурювати їх потік поблизу центру випускного отвору паливного пальника, де подільні елементи перетинаються. Як наслідок, оскільки змішування і дифузія повітря забезпечуються навіть у полум'ї, і, крім того, подільні елементи поділяють поверхню займання, положення займання наближується до центру полум'я, і кількість незгорілого палива зменшується. Це обумовлюється тим, що кисню стає легко потрапити до центральної частини полум'я, і з цим киснем ефективно здійснюється внутрішнє займання, і через це у полум'ї відбувається швидке відновлення, що зменшує кількість утворених NOx, що у кінцевому рахунку викидаються з твердопаливного котла.

40

45

Крім того, шляхом регулювання введення вторинного повітря концентрацію вторинного повітря на зовнішній периферії полум'я можна відвернути або пригнітити. Як наслідок, можна пригнітити зону залишення високотемпературного кисню, утворювану на зовнішній периферії полум'я, зменшуючи таким чином кількість утворених оксидів азоту (NOx).

50

Крім того, використовуючи спосіб експлуатації твердопаливного пальника, в якому пальник експлуатують з коефіцієнтом надлишку повітря у паливному пальнику, встановленим на 0,85 або більше, кількість повітря (кількість введенного додаткового повітря) у секції введення додаткового повітря можна зменшити, таким чином зменшуючи кількість NOx, що у кінцевому рахунку утворюють у секції введення додаткового повітря, де зменшують кількість введенного додаткового повітря.

55

Стислий опис графічного матеріалу

Фіг. 1А представляє вигляд спереду твердопаливного пальника (вугільного пальника) відповідно до першого варіанта здійснення цього винаходу, якщо на твердопаливний пальник дивитися зсередини топки.

5 Фіг. 1В представляє розріз твердопаливного пальника (його вертикальний розріз), показаний стрілками А-А на Фіг. 1А.

Фіг. 2 представляє схему, що показує систему подачі повітря, призначену для подачі повітря у твердопаливний пальник, показаний на Фіг. 1А й 1В.

Фіг. 3 представляє вертикальний розріз, що ілюструє приклад конструктивного виконання пропонуваного твердопаливного котла (вугільного котла).

10 Фіг. 4 представляє (горизонтальний) розріз Фіг. 3.

Фіг. 5 представляє пояснювальну схему, що показує у загальних рисах твердопаливний котел, обладнаний секцією введення додаткового повітря, і в якому повітря вводиться багатоступеневим чином.

15 Фіг. 6А представляє вигляд, що показує один приклад форми поперечного перерізу подільного елемента у твердопаливному пальнику, показаному на Фіг. 1А й 1В.

Фіг. 6В представляє вигляд, що показує першу модифікацію форми поперечного перерізу, показаної на Фіг. 6А.

Фіг. 6С представляє вигляд, що показує другу модифікацію форми поперечного перерізу, показаної на Фіг. 6А.

20 Фіг. 6D представляє вигляд, що показує третю модифікацію форми поперечного перерізу, показаної на Фіг. 6А.

Фіг. 7А представляє перший вигляд, на якому показана перша модифікація основного пилувугільного каналу твердопаливного пальника, показаного Фіг. 1А й 1В, в якій розміщення подільних елементів відрізняється.

25 Фіг. 7В представляє пояснювальну схему для доповнення визначення довжини поверхні займання (L_f) основного пилувугільного каналу твердопаливного пальника, показаного на Фіг. 1А й 1В.

30 Фіг. 8 представляє вигляд спереду, що показує другу модифікацію основного пилувугільного каналу твердопаливного пальника, показаного на Фіг. 1А й 1В, в якій розміщення подільних елементів відрізняється.

Фіг. 9 представляє вертикальний розріз, що ілюструє приклад конструктивного виконання, в якому в основі пальника передбачений механізм регулювання потоку, як третя модифікація твердопаливного пальника відповідно до першого варіанта здійснення.

{Фіг. 10А}

35 Фіг. 10А представляє вертикальний розріз, що ілюструє твердопаливний пальник відповідно до другого варіанта здійснення цього винаходу.

Фіг. 10В представляє вигляд спереду твердопаливного пальника, показаного на Фіг. 10А, якщо дивитися зсередини топки.

40 Фіг. 10С представляє схему, що показує систему подачі повітря, призначену для подачі повітря у твердопаливний пальник, показаний на Фіг. 10А і 10В.

Фіг. 11А представляє вертикальний розріз, що ілюструє приклад конструктивного виконання твердопаливного пальника, обладнаного подільним елементом, як перша модифікація твердопаливного пальника, показаного на Фіг. 10А-10С.

45 Фіг. 11В представляє вигляд спереду твердопаливного пальника, показаного на Фіг. 10А, якщо дивитися зсередини топки.

Фіг. 12 представляє вигляд спереду твердопаливного пальника, виконаного з бічними каналами вторинного повітря, якщо дивитися зсередини топки, як друга модифікація твердопаливного пальника, показаного на ФІГ. 10А-10С.

50 Фіг. 13 представляє вертикальний розріз, що ілюструє приклад конструктивного виконання, в якому канал для введення вторинного повітря твердопаливного пальника, показаного на Фіг. 10А, обладнаний механізмом регулювання кута.

Фіг. 14 представляє схему, що показує модифікацію системи подачі повітря, показаної на Фіг. 10С.

55 Фіг. 15 представляє вертикальний розріз твердопаливного пальника, що ілюструє приклад конструктивного виконання, в якому об'єднані третя модифікація першого варіанта здійснення, показана на Фіг. 9, і другий варіант здійснення, показаний на Фіг. 10А-10С.

Фіг. 16 представляє вигляд спереду твердопаливного пальника, придатного для використання у котлі з розміщенням пальників на вертикальних екранах, якщо дивитися зсередини топки.

Фіг. 17 представляє графік експериментального результату, що показує залежність між положенням стабілізатора полум'я при внутрішній стабілізації полум'я (положення стабілізатора полум'я/фактична ширина потоку вугільного пилу) і кількістю утворюваних NOx (відносне значення).

5 Фіг. 18 ілюструє вигляди порівняльних прикладів паливного пальника для пояснення положення стабілізатора полум'я, вказаного на графіку, показаному на Фіг. 17

Фіг. 19 представляє графік експериментального результату, що показує залежність між заповненням подільними елементами і кількістю утворюваних NOx (відносне значення).

10 Фіг. 20 представляє графік експериментального результату, що показує відносні значення кількостей незгорілого палива, утворюваних при односпрямованому й перетинному поділах.

Фіг. 21 представляє графік експериментального результату, що показує відносні значення кількостей NOx, утворюваних в пальниковій секції, у зоні між пальниковою секцією і секцією ДП й у секції ДП, порівнюючи звичайну технологію і цей винахід.

15 Фіг. 22 представляє графік експериментального результату, що показує коефіцієнт надлишку повітря у зоні між пальниковою секцією і секцією ДП і кількістю утворюваних NOx (відносне значення), порівнюючи звичайну технологію і цей винахід.

Опис варіанті здійснення

20 Далі із посиланнями на креслення наведений опис твердопаливного пальника і твердопаливного котла відповідно до одного варіанта здійснення цього винаходу. Слід відмітити, що у цьому варіанті здійснення як один приклад твердопаливного пальника і твердопаливного котла описуватиметься котел з тангенціальною топкою, оснащеною твердопаливними пальниками, що використовують як паливо вугільний пил, але цей винахід зазначеним котлом не обмежується.

25 У котлі 10 з тангенціальною топкою, показаному на Фіг. 3-5, повітря подається в топку 11 багатоступеневим чином, щоб створити у зоні від пальникової секції 12 до секції введення додаткового повітря (далі за текстом іменованої "секція ДП") 14 відновну атмосферу, тим самим досягаючи зниження NOx у відпрацьованому газоподібному продукті згорання.

30 На кресленнях позицією 20 позначені твердопаливні пальники, що вводять вугільний пил (пилоподібне тверде паливо) й повітря, а позицією 15 позначені сопла для введення додаткового повітря, які вводять додаткове повітря. Наприклад, як показано на Фіг. 3, до твердопаливних пальників 20 підключені передавальні труби 16, що передають вугільний пил за допомогою основного повітря, і канал подачі повітря 17, який подає вторинне повітря, а сопла для введення додаткового повітря 15 підключений канал подачі повітря 17, який подає вторинне повітря.

35 Таким чином, у вищеописаному котлі 10 з тангенціальною топкою використовується система тангенціального горіння, в якій твердопаливні пальники 20, які вводять вугільний пил (вугілля), що служить як пилоподібне паливо, і повітря в топку 11, розміщені у відповідних кутових частинах на кожній ступені, утворюючи пальникові секції 12 тангенціального типу, і на кожній ступені утворені одне або кілька вихрових полум'їв.

40 Перший варіант здійснення

Твердопаливний пальник 20, показаний на Фіг. 1A й 1B, містить пиловугільний пальник (паливний пальник) 21, який вводить вугільний пил й повітря, й канали 30 для введення вторинного повітря, які розміщені вище і нижче пиловугільного пальника 21.

45 Для того щоб уможливити регулювання потоку повітря у кожному отворі, канали 30 для введення вторинного повітря обладнані заслінками 40, які можуть регулювати ступені їх відкриття, як засоби регулювання потоку повітря, у кожній лінії подачі вторинного повітря, що відгалужується від каналу подачі повітря 17, як показано на Фіг. 2, наприклад.

50 Вищеописаний пиловугільний пальник 21 містить прямокутний основний пиловугільний канал 22, який вводить вугільний пил, що транспортується основним повітрям, і вторинний пиловугільний канал 23, який передбачений таким чином, що оточує основний пиловугільний канал 22, і який вводить частину вторинного повітря. Слід відмітити, що вторинний пиловугільний канал 23 ще й оснащений заслінкою 40, яка може регулювати ступінь його відкриття, як засіб регулювання потоку повітря, як показано на Фіг. 2. Слід відмітити, що основний пиловугільний канал 22 може мати круглу або еліптичну форму.

55 У передній частині шляху потоку пиловугільного пальника 21, зокрема, у передній частині шляху потоку основного пиловугільного каналу 22, у кількох напрямках розміщені подільні елементи 24. Наприклад, як показано на Фіг. 1A, у випускному отворі основного пиловугільного каналу 22 усього розміщені чотири подільних елементи 24, два вертикально й два горизонтально, решіткоподібним чином із заданим проміжком між ними.

Інакше кажучи, чотири подільних елементи 24 розміщені у двох різних напрямках, тобто, вертикальному й горизонтальному напрямках, решіткоподібним чином, поділяючи випускний отвір основного пиловугільного каналу 22 пиловугільного пальника 21 на дев'ять частин.

5 Якщо вищеописані подільні елементи 24 використовують форми поперечного перерізу, показані на Фіг. 6A-6D, наприклад, потік вугільного пилу й повітря можна плавно ділити й збурювати.

10 Подільний елемент 24, показаний на Фіг. 6A, має у поперечному перерізі трикутну форму. Трикутна форма, показана на цій фігурі, є рівнобічним або рівнобедреним трикутником, і його бік, розміщений на випуску, поверненому всередину топки 11, розміщений приблизно перпендикулярно напрямку потоку вугільного пилу й повітря. Іншими словами, один з кутів, що представляє трикутну форму у поперечному перерізі, дивиться у напрямку потоку вугільного пилу й повітря.

15 Подільний елемент 24A, показаний на Фіг. 6B, має у поперечному перерізі приблизно Т-подібну форму, і його поверхня, приблизно перпендикулярна напрямку потоку вугільного пилу й повітря, розміщена на випуску, поверненому всередину топки 11. Слід відмітити, що ця приблизно Т-подібна форма у поперечному перерізі може трансформуватися для утворення подільного елемента 24A', що має трапецеїдальну форму у поперечному перерізі, як показано, наприклад, на Фіг. 6C.

20 Далі, подільний елемент 24B, показаний на Фіг. 6D, має у поперечному перерізі приблизно L-подібну форму. Зокрема, він має у поперечному перерізі форму, одержану відрізанням частини вищеописаної приблизно Т-подібної форми. Зокрема, у випадку, якщо подільний елемент 24B розміщений у напрямку справа наліво (горизонтальному напрямку), то якщо подільний елемент 24B приблизно L-подібну форму, одержану видаленням верхньої виступаючої частини вищеописаної приблизно Т-подібної форми, можна запобігти накопичуванню вугільного пилу на подільному елементі 24B. Слід відмітити, що якщо його нижня виступаюча частина збільшується на кількість, що дорівнює видаленій верхній виступаючій частині, можна забезпечити потрібні характеристики поділення для подільного елемента 24B.

30 Втім вищеописані форми поперечного перерізу подільних елементів 24 тощо не обмежуються прикладами, показаними на цих фігурах; наприклад, вони можуть мати приблизно Y-подібну форму.

У виконаному таким чином твердопаливному пальнику 20 подільні елементи 24, що розміщені біля центру випускного отвору пиловугільного пальника 21, поділяють шлях потоку вугільного пилу й повітря, щоб збурювати потік у ньому, утворюючи область рециркуляції перед 35 подільними елементами 24, тим самим служачи як механізм внутрішньої стабілізації полум'я.

Взагалі, у звичайному твердопаливному пальникові вугільний пил, що служить як паливо, займається при одержанні випромінювання на зовнішній периферії полум'я. Коли вугільний пил займається на зовнішній периферії полум'я, у зоні залишення високотемпературного кисню Н (див. Фіг. 1B) на зовнішній периферії полум'я, де залишається високотемпературний кисень і 40 залишається недостатньо відновленим, утворюється NOx, таким чином збільшуючи кількість викидів NOx.

Втім, оскільки передбачені подільні елементи 24, що служать як механізм внутрішньої стабілізації полум'я, вугільний пил займається у полум'ї. Таким чином, NOx швидко утворюються у полум'ї і швидко відновлюються у полум'ї, в якому є нестача повітря, оскільки 45 утворені NOx містять багато типів вуглеводнів, що мають відновну дію. Відтак, оскільки твердопаливний пальник 20 конструктивно виконаний так, що стабілізація полум'я, реалізована розміщенням стабілізатора полум'я на зовнішній периферії полум'я, не використовується, іншими словами, так, що механізм стабілізації полум'я не розміщений на зовнішній периферії пальника, можна також пригнічувати утворення NOx на зовнішній периферії полум'я.

50 Зокрема, оскільки подільні елементи 24 розміщені у кількох напрямках, перетинні частини, в яких перетинаються подільні елементи 24, розміщені у кількох напрямках, легко передбачаються біля центру випускного отвору пиловугільного пальника 21. Якщо ці перетинні частини передбачені біля центру випускного отвору пиловугільного пальника 21, шлях потоку вугільний пилу й повітря поділяється на кілька шляхів біля центру випускного отвору 55 пиловугільного пальника 21, таким чином збурюючи їх потік, коли цей потік поділяється на кілька потоків.

Зокрема, якщо подільні елементи 24 розміщені в одному горизонтальному напрямку, дифузія і займання повітря у центральній частині затримуються, спричиняючи збільшення кількості незгорілого палива. Однак якщо подільні елементи 24 розміщені у кількох напрямках, 60 утворюючи перетинні частини, це сприяє змішуванню повітря, і поверхня займання поділяється,

дозволяючи повітрю (кисню) легше дійти до центральної частини полум'я, що зменшує кількість незгорілого палива.

Іншими словами, якщо подільні елементи 24 розміщені так, що утворюють перетинні частини, змішування і дифузія повітря забезпечуються навіть всередині полум'я, і, крім того, поверхня займання поділяється, таким чином наближуючи положення займання до центральної частини (аксіальної центральної частини) полум'я і зменшуючи кількість незгорілого вугільного пилу. Зокрема, оскільки кисню стає легше дійти до центральної частини полум'я, ефективно відбувається внутрішнє займання, і, відтак, у полум'ї протікає швидке відновлення, що зменшує кількість утворюваних NOx.

Як наслідок, при використанні твердопаливного пальника 20, який не застосовує стабілізацію полум'я, реалізовану стабілізатором полум'я, розміщеним на зовнішній периферії полум'я, і який не має стабілізатора полум'я на зовнішній периферії полум'я, стає легшим пригнітити утворення NOx на зовнішній периферії полум'я.

Далі з посиланнями на Фіг. 7 А і 7В описується перша модифікація основного пилувугільного каналу 22 твердопаливного пальника 20, показаного на Фіг. 1А, в якій розміщення подільних елементів 24 відрізняється.

У цій модифікації у передній частині шляху потоку основного пилувугільного каналу 22 два подільних елементи 24 розміщені у вертикальному напрямку його випускного отвору, і один подільний елемент 24 розміщений у горизонтальному напрямку його випускного отвору.

Подільні елементи 24, показані на цих фігурах, конструктивно виконані таким чином, що довжина поверхні займання (L_f), утвореної подільними елементами 24, є більшою, ніж довжина периметра випускного отвору (L) основного пилувугільного каналу 22, що утворює пилувугільний пальник 21 ($L_f > L$).

У даному випадку, оскільки довжина периметра випускного отвору (L) основного пилувугільного каналу 22 є сумою довжин чотирьох боків, що утворюють прямокутник, вона виражається як $L=2H + 2W$, де H - вертикальний розмір, а W - горизонтальний розмір.

З іншого боку, оскільки кожний подільний елемент 24, який має певну ширину, має поверхні займання з обох його боків, довжина поверхні займання (L_f) подільних елементів 24, яка є загальною довжиною обох боків кожного з трьох подільних елементів 24, виражається як $L_f=6S$, де S - довжина подільного елемента 24. У цьому випадку, оскільки як довжина S використовується довжина короткого подільного елемента 24, який розміщений у вертикальному напрямку, розрахункова довжина поверхні займання (L_f) - це розрахункове значення, що допускає похибку у безпечний бік, навіть якщо зважити на наявність перетинних частин.

Слід відмітити, що при розрахунку довжини поверхні займання (L_f), якщо використовується подільний елемент 24', через спосіб виготовлення подільного елемента або зі схожої причини виконаний з вузькими частинами 24а на обох кінцях, як показано на Фіг. 7В, наприклад, вузькі частини 24а на обох кінцях також розглядаються як частина поверхні займання.

Якщо довжина подільного елемента 24 вказана, як описано вище, поверхня займання, визначена довжиною поверхні займання (L_f), є більшою, ніж поверхня займання, використовувана при займанні, здійснюваному на зовнішній периферії полум'я. Відтак, у порівнянні до займання, здійснюваного на зовнішній периферії полум'я, визначений довжиною периметра випускного отвору (L), внутрішнє займання, визначене довжиною поверхні займання (L_f), підсилюється, таким чином уможливлючи швидке відновлення утворюваних NOx у полум'ї.

Крім того, оскільки подільні елементи 24 поділяють полум'я у них, повітрю (кисню) стає легше дійти до центральної частини полум'я, і, таким чином, швидке згоряння у полум'ї може зменшити кількість незгорілого палива.

Далі з посиланнями на Фіг. 8 описується друга модифікація основного пилувугільного каналу 22 твердопаливного пальника 20, показаного на Фіг. 1А, в якій розміщення подільних елементів 24 відрізняється.

У цій модифікації п'ять подільних елементів 24 щільно розміщені решіткоподібним чином у центрі випускного отвору основного пилувугільного каналу 22 паливного пальника 21. Зокрема, подільні елементи 24, три з яких розміщені у вертикальному напрямку, а два з яких розміщені у горизонтальному напрямку, розміщені з проміжками між ними, вужчими у центрі основного пилувугільного каналу 22. Відтак, центральні частини випускного отвору основного пилувугільного каналу 22, поділені подільними елементами 24, мають площі, менші, ніж інші частини на його зовнішньому периферійному боці.

Таким чином, якщо подільні елементи 24, що служать як механізм внутрішньої стабілізації полум'я, щільно розміщені у центрі основного пилувугільного каналу 22, подільні елементи 24

зосереджені у центральній частині пиловугільного пальника 21, тим самим додатково сприяючи займанню у центральній частині полум'я для швидкого утворення і відновлення NOx у полум'ї.

Крім того, якщо подільні елементи 24 щільно розміщені у центрі, незайнята площа у центральній частині пиловугільного пальника 21 зменшується. Зокрема, оскільки швидкість вугільного пилу й повітря, що проходять через площу поперечного перерізу шляху потоку, який є майже прямим без будь-якої перепони для матеріалу, що протікає в основному пиловугільному каналі 22 пиловугільного пальника 21, зменшується, втрата тиску на подільних елементах 24 відносно збільшується. Відтак, у паливному пальнику 21, оскільки швидкість потоку вугільного пилу й повітря, що протікають в основному пиловугільному каналі 22, зменшується під впливом збільшення втрати тиску, може спричинитися більш швидке займання.

Далі з посиланнями на Фіг. 9 описується третя модифікація основного пиловугільного каналу 22 твердопаливного пальника 20, показаного на Фіг. 1А, в якій в основі пальника передбачений механізм регулювання потоку. Слід відмітити, що у прикладі конструктивного виконання, показаному на цій фігурі, використовуються подільні елементи 24А, що мають у поперечному перерізі приблизно Т-подібну форму, але їх форма цією формою не обмежується.

У цьому прикладі конструктивного виконання для того, щоб прикладати втрату тиску до потоку вугільного пилу й повітря, на впускному боці подільних елементів 24А передбачений механізм регулювання потоку 25. Механізм регулювання потоку 25 запобігає відхиленню витрати у напрямку поперечного перерізу каналу і діє через розміщення отвору або дифузору, який може обмежувати площу поперечного перерізу шляху потоку приблизно до 2/3, переважно, приблизно до 1/2, наприклад.

Механізм регулювання потоку 25 може мати будь-яку конструкцію, яка забезпечує прикладення певної втрати тиску до потоку, що переносить вугільний пил, який служить як паливо, за допомогою основного повітря, і, відтак, механізм регулювання потоку 25 не обмежується отвором.

Крім того, вищеописаний механізм регулювання потоку 25 не обов'язково утворюється як частина твердопаливного пальника 20: потрібно лише, щоб він був розміщений на впускному боці подільного елемента 24А у кінцевій прямій трубній частині (пряма частина шляху потоку без вентиляційного отвору, заслінки тощо) у шляху потоку, в якому протікають вугільний пил й основне повітря.

Якщо механізм регулювання потоку 25 являє собою отвір, переважним є забезпечити пряму трубну частину (L_0), що проходить від впускного кінця отвору до випуску основного пиловугільного каналу 22, зокрема, до впускних кінців подільних елементів 24А, щоб усунути вплив отвору. Необхідно забезпечити, щоб довжина прямої трубної частини (L_0) становила принаймні $2h$ або більше, де h - висота основного пиловугільного каналу 22, і, переважніше, щоб довжина прямої трубної частини (L_0) становила $10h$ або більше.

Якщо передбачений цей механізм регулювання потоку 25, можна усунути відхилення витрати, при якому спричиняється дисбаланс розподілу у поперечному перерізі шляху потоку, якщо на вугільний пил, що служить як пилоподібне паливо, справляє вплив відцентрова сила після проходження через вентиляційний отвір, передбачений у шляху потоку для подачі вугільного пилу й основного повітря до основного пиловугільного каналу 22.

Зокрема, попри те, що вугільний пил, який переноситься основним повітрям, має після проходження через отвір розподіл, що відхиляється назовні (у напрямку збільшення діаметру отвору), коли вугільний пил проходить через механізм регулювання потоку 25, розподіл у поперечному перерізі шляху потоку усунений, і вугільний пил протікає у подільні елементи 24А майже рівномірно. Як наслідок, пиловугільний пальник 21, що має механізм регулювання потоку 25, може ефективно використовувати механізм внутрішньої стабілізації полум'я, утворений подільними елементами 24А.

Крім того, у вищеописаному варіанті здійснення і його модифікаціях подільні елементи 24 розміщені у кількох (вертикальному й горизонтальному) напрямках у передній частині шляху потоку основного пиловугільного каналу 22; однак один або кілька подільних елементів 24 можуть передбачатися у горизонтальному або вертикальному напрямку. Якщо передбачені такі подільні елементи 24, то оскільки вони функціонують як механізм внутрішньої стабілізації полум'я біля центру впускного отвору пиловугільного пальника 21, внутрішня стабілізація полум'я може реалізовуватися подільними елементами 24, і центральна частина полум'я стає такою, що зазнає більшу нестачу повітря, що сприяє відновленню NOx.

Другий варіант здійснення

Далі з посиланнями на Фіг. 10А-10С описується твердопаливний пальник відповідно до другого варіанта здійснення цього винаходу. Слід відмітити, що такі самі компоненти, що й

вищеописаному варіанті здійснення, позначені однаковими позиціями, і їх докладний опис випущений.

У твердопаливному пальнику 20А, показаному на цих фігурах, пиловугільний пальник 21 містить прямокутний основний пиловугільний канал 22, який вводить вугільний пил, що переноситься основним повітрям, і вторинний пиловугільний канал 23, передбачений таким, що оточує основний пиловугільний канал 22 і вводить частину вторинного повітря.

Вище і нижче твердопаливного пальника 21 передбачені канали 30А для введення вторинного повітря, призначені для введення вторинного повітря. Канали 30А для введення вторинного повітря кожен поділений на кілька незалежних шляхів потоку і каналів, і шляхи потоку оснащені відповідними заслінками 40, які можуть регулювати ступені їх відкриття, як засобами регулювання потоку вторинного повітря.

У прикладі конструктивного виконання, показаному на цих фігурах, обидва канали 30А для введення вторинного повітря, розміщені вище й нижче пиловугільного пальника 21, вертикально поділені на три канали, а саме: внутрішні канали вторинного повітря 31а і 31b, середні канали вторинного повітря 32а і 32b і зовнішні канали вторинного повітря 33а і 33b, розміщені у такому порядку від внутрішнього боку біля пиловугільного пальника 21 до зовнішнього боку. Слід відмітити, що число каналів, на які поділяється кожний з каналів 30 для введення вторинного повітря, не обмежується трьома і може відповідно змінюватися залежно від умов.

Вищеописані вторинний пиловугільний канал 23, внутрішні канали вторинного повітря 31а і 31b, середні канали вторинного повітря 32а і 32b і зовнішні канали вторинного повітря 33а і 33b кожний підключений до лінії подачі повітря 50, що має джерело подачі повітря (не показане), як показано, наприклад, на Фіг. 10С. У шляхах потоку, що відгалужуються від лінії подачі повітря 50 для сполучення з відповідними каналами, передбачені заслінки 40. Відтак, шляхом регулювання ступеня відкриття кожної із заслінок 40, для кожного з каналів можна незалежно регулювати кількість вторинного повітря, що має подаватися.

З твердопаливним пальником 20А і котлом 10 з тангенціальною топкою, який містить твердопаливний пальник 20А, оскільки кожний твердопаливний пальник 20А містить пиловугільний пальник 21, який вводить вугільний пил і повітря, й отвори для введення вторинного повітря 30А, кожний поділений на три канали і розміщений вище й нижче пиловугільного пальника 21, можна здійснювати розподіл витрати таким чином, що кількість вторинного повітря, яка має вводитися у зовнішню периферію полум'я F, встановлюється на потрібну величину шляхом регулювання ступеня відкриття заслінки 40 для кожного з каналів, на які поділений отвори для введення вторинного повітря 30А.

Відтак, якщо частка розподілу кількості вторинного повітря, яка має вводитися у внутрішні канали вторинного повітря 31а і 31b, найближчі до зовнішньої периферії полум'я F, зменшується, і частки розподілу кількостей вторинного повітря, які мають вводитися у середні канали вторинного повітря 32а і 32b і зовнішні канали вторинного повітря 33а і 33b послідовно збільшуються пропорційно зазначеному зменшенню, локальну зону залишення високотемпературного кисню (заштрихована частина на фігурі) Н, утворювану на зовнішній периферії полум'я F, можна пригнітити.

Іншими словами, якщо частка кількості вторинного повітря, що має вводитися у зовнішній бік у бік від полум'я F, збільшується, а частка кількості вторинного повітря, що має вводитися у зону поруч із зовнішньою периферією полум'я F, зменшується, дифузія вторинного повітря може затримуватися. Як наслідок, концентрацію вторинного повітря на периферії полум'я F можна відвернути або пригнітити, і, відтак, локальна зона залишення високотемпературного кисню Н послаблюється і зменшується у розмірі, тим самим зменшуючи кількість NOx, утворюваних у котлі 10 з тангенціальною топкою. Іншими словами, якщо кількість вторинного повітря, що має вводитися у зовнішню периферію полум'я F, застережена правильно, утворення зони залишення високотемпературного кисню Н можна пригнітити або відвернути, щоб досягти зменшення кількості NOx у котлі 10 з тангенціальною топкою.

З іншого боку, якщо через властивості вугільного пилу або із схожої причини потрібна дифузія вторинного повітря, необхідно просто зробити зворотними частки розподілу для каналів 30А для введення вторинного повітря, зокрема, збільшити частки розподілу для внутрішніх каналів вторинного повітря 31а і 31b.

Зокрема, навіть якщо використовується вугільний пил, одержаний подрібненням вугілля, що має інший склад паливної суміші, скажімо, склад, що містить велику кількість летючих компонентів, розподіл витрати вторинного повітря, що має вводитися з кожного з каналів, на які поділені канали 30А для введення вторинного повітря, відповідно регулюється, що уможливорює вибір відповідного згоряння зі зменшенням кількості NOx або незгорілого палива.

Поділ каналів 30А для введення вторинного повітря на кілька каналів для забезпечення таким чином кількох ступенів може застосовуватися й до твердопаливного пальника 20, описаного вище у першому варіанті здійснення.

До речі, як у першій модифікації цього варіанта здійснення, показаній на Фіг. 11А і 11В, 5
наприклад, вищеописаний твердопаливний пальник 20А переважно оснащений подільним елементом 24, розміщеним на кінці сопла пиловугільного пальника 21 так, що вертикально поділяє площу отвору.

Подільний елемент 24, показаний на цих фігурах, має у поперечному перерізі трикутну форму й розміщений так, що вертикально поділяє і розсіює вугільний пил й основне повітря, що 10
протікають у соплі, підсилюючи стабілізацію полум'я і пригнічуючи або відвертаючи утворення зони залишення високотемпературного кисню Н.

Зокрема, коли вугільний пил і основне повітря проходять через подільний елемент 24, на зовнішній периферії подільного елемента 24 утворюється потік вугільного пилу високої концентрації, що сприяє підсиленню стабілізації полум'я. Потік вугільного пилу високої 15
концентрації, утворений проходженням через подільний елемент 24, протікає у зону від'ємного тиску, утворену на випускному боці подільного елемента 24, як показано штриховими стрілками на цій фігурі. Як наслідок, через потік повітря полум'я F також втягується у зону від'ємного тиску, додатково підсилюючи стабілізацію полум'я і, таким чином, сприяючи згорянню для швидкого споживання кисню.

Слід відмітити, що число подільних елементів 24 не обмежується одним, і, наприклад, кілька 20
подільних елементів 24 можуть передбачатися в одному напрямку, або кілька подільних елементів 24 можуть передбачатися у різних напрямках, як описано у першому варіанті здійснення. Крім того, форма поперечного перерізу подільного елемента 24 може відповідно змінюватися.

Крім того, як у другій модифікації цього варіанта здійснення, показаній на Фіг. 12, наприклад, 25
вищеописаний твердопаливний пальник 20А переважно передбачений з одним або кількома бічними каналами вторинного повітря 34R і одним або кількома бічними каналами вторинного повітря 34L з правого й лівого боків відповідно пиловугільного пальника 21. У прикладі конструктивного виконання, показаному на цій фігурі, передбачені один бічний канал 30
вторинного повітря 34R й один бічний канал вторинного повітря 34L, кожний виконаний із заслінкою (не показаною), з правого й лівого боків відповідно пиловугільного пальника 21; але вони можуть кожен поділятися на кілька каналів, витрату яких можна регулювати.

При цьому конструктивному виконанні вторинне повітря може розподілятися й на правий і 35
лівий боки полум'я F, таким чином запобігаючи надлишковій кількості вторинного повітря на верхньому й нижньому боках полум'я F. Іншими словами, розподіл кількості вторинного повітря, що має вводитися у верхній і нижній боки і правий і лівий боки зовнішньої периферії полум'я F, може виконуючого обов'язки регулюватися, таким чином уможливорюючи точніший розподіл витрати.

Ці бічні канали вторинного повітря 34L і 34R можуть застосовуватися й до вищеописаного 40
першого варіанта здійснення.

Крім того, у вищеописаному котлі 10 з тангенціальною топкою канал 30А для введення вторинного повітря переважно оснащений механізмом регулювання кута, який вертикально змінює напрямок введення вторинного повітря всередину топки 11, як показано на Фіг. 13, 45
наприклад. Механізм регулювання кута вертикально змінює кут нахилу G каналу 30А для введення вторинного повітря відносно горизонтального положення і сприяє дифузії вторинного повітря, відвертаючи або пригнічуючи утворення зони залишення високотемпературного кисню Н. Слід відмітити, що у цьому випадку підхожий кут нахилу G становить приблизно ± 30 градусів, і, переважніше, кут нахилу G становить ± 15 градусів.

Із цим механізмом регулювання кута, оскільки кут, під яким вторинне повітря вводится з 50
каналу 30А для введення вторинного повітря у бік полум'я F у топці 11, може регулюватися, дифузиею повітря у топці 11 можна керувати точніше.

Зокрема, у випадку, якщо тип пиловугільного палива значно змінюється, то якщо кут введення вторинного повітря відповідно змінити, ефект зменшення NOx можна додатково підсилити.

Цей механізм регулювання кута може застосовуватися й до вищеописаного першого 55
варіанта здійснення.

Крім того, у вищеописаному котлі 10 з тангенціальною топкою є переважним, якщо розподіл кількостей повітря, що мають вводитися з каналів 30А для введення вторинного повітря, 60
регулювався через керування із зворотним зв'язком ступенів відкриття заслінок 40 залежно від кількостей незгорілого палива і викидів NOx.

Зокрема, у котлі 10 з тангенціальною топкою, якщо кількість незгорілого палива є високою, розподіл вторинного повітря до внутрішніх каналів вторинного повітря 31a і 31b, близьких до зовнішньої периферійної поверхні полум'я F, збільшується; а якщо високою є кількість викидів NOx, збільшується розподіл вторинного повітря до зовнішніх каналів вторинного повітря 33a і 33b, віддалених від зовнішньої периферійної поверхні полум'я F.

У цьому випадку для того, щоб виміряти кількість незгорілого палива, можна використовувати прилад для вимірювання концентрації вуглецю по розсіянню лазерного випромінювання, а для вимірювання кількості викидів NOx можна використовувати відомий вимірювальний прилад. Якщо здійснюється керування із зворотним зв'язком, котел 10 з тангенціальною топкою може автоматично оптимізувати розподіл вторинного повітря відповідно до стану згоряння.

Крім того, у вищеописаному котлі 10 з тангенціальною топкою кількості вторинного повітря, що мають вводитися з каналів 30A для введення вторинного повітря, переважно розподілені серед багатоступеневих введень повітря, які роблять зону від пальникової секції 12 до секції ДП 14 відновною атмосферою.

Зокрема, кількість вторинного повітря, що має вводитися з каналів 30A для введення вторинного повітря, кожний з яких поділений на кілька каналів, може зменшуватися при використанні двоступеневого згоряння, при якому повітря удмухується також із секції ДП 14 багатоступеневим чином. Відтак, кількість утворюваних NOx може ще більше зменшуватися через синергізм між зменшенням між зменшенням NOx через пригнічення зони залишення високотемпературного кисню Н, утворюваної на зовнішній периферії полум'я F, і зниженням NOx у відпрацьованому газоподібному продукті згоряння, спричиненим через утворення відновної атмосфери.

Таким чином, відповідно до вищеописаного пропонованого котла 10 з тангенціальною топкою, оскільки кількість вторинного повітря, що має вводитися з каналів 30A для введення вторинного повітря, кожний з яких поділений на кілька каналів, регулюється для кожного з каналів, можна відвернути або пригнітити концентрацію вторинного повітря на зовнішній периферії полум'я F, і, таким чином, пригнітити зону залишення високотемпературного кисню Н, утворювану на зовнішній периферії полум'я F, із зменшенням таким чином кількості утворюваних NOx.

У вищеописаних варіантах здійснення, дарма що наведений опис котла 10 з тангенціальною топкою, в якому повітря вводиться багатоступеневим чином, щоб зробити зону від пальникової секції 12 до секції ДП 14 відновною атмосферою, винахід цим не обмежується.

Крім того, як показано на Фіг. 14, наприклад, у вищеописаному твердопаливному пальнику 20A переважно відділити систему подачі повітря у вторинний пиловугільний канал 23 пиловугільного пальника 21 від системи подачі повітря в канали 30A для введення вторинного повітря. У прикладі конструктивного виконання, показаному на цій фігурі, лінія подачі повітря 50 подачі на лінію подачі 51 у вторинний пиловугільний канал і лінію подачі 52 в канали для введення вторинного повітря, і лінії подачі 51 і 52 оснащені заслінками 41.

При цих системах подачі повітря кількість повітря можна розподіляти шляхом регулювання ступенів відкриття відповідних заслінок 41 лінії подачі 51 у вторинний пиловугільний канал і лінії подачі 52 в канали для введення вторинного повітря і можна додатково регулювати кількість повітря для кожного каналу шляхом регулювання ступеня відкриття кожної із заслінок 40. Як наслідок, кількість повітря для кожного каналу може надійно регулюватися, навіть якщо канали 30A для введення вторинного повітря кожний поділений на кілька каналів для створення кількох ступенів.

Вищеописані перший і другий варіанти здійснення не обмежуються їх окремим використанням, а можуть використовуватися й у сполученні.

У твердопаливному пальнику 20B, показаному на Фіг. 15, обидва канали 30A для введення вторинного повітря, розміщені вище й нижче пиловугільного пальника 21, показаного на Фіг. 9, кожний поділяється на три канали у вертикальному напрямку. Зокрема, твердопаливний пальник 20B, показаний на цій фігурі, має примірне конструктивне виконання, в якому внутрішня стабілізація полум'я, реалізована подільними елементами 24 і механізмом регулювання потоку 25, об'єднуються з багатоступеневими каналами 30A для введення вторинного повітря.

Оскільки твердопаливний пальник 20B, конструктивно виконаний таким чином, може зменшити кількість NOx через внутрішню стабілізацію полум'я і може також регулювати швидкість дифузії вторинного повітря для оптимізації дифузії повітря у полум'ї, потрібна кількість повітря для згоряння летючих компонентів і вугілля може подаватися у відповідні моменти часу. Іншими словами, шляхом здійснення внутрішньої стабілізації полум'я і

регулювання швидкості дифузії вторинного повітря можна досягти додаткового зменшення кількості NOx через синергізм цих двох.

5 Слід відмітити, що форма поперечного перерізу й розміщення подільних елементів 24, наявність або відсутність механізму регулювання потоку 25, підрахунок поділу каналу 30A для введення вторинного повітря і наявність або відсутність бічних каналів вторинного повітря 34L і 34R не обмежуються тими, що використовуються у конструктивних виконаннях, показаних на цих фігурах, і може використовуватися конструктивне виконання, в якому вищеописані елементи відповідно вибрані й об'єднані.

10 Крім того, у варіанті здійснення й модифікаціях, в яких використовуються багатоступеневі канали 30A для введення вторинного повітря, деякі з каналів 30A для введення вторинного повітря можуть використовуватися як рідкопаливні канали.

15 Зокрема, у твердопаливному котлі, такому, як котел 10 з тангенціальною топкою, для пуску котла потрібна робота, здійснювана з використанням газу або рідкого палива, яка потребує рідкопаливного пальника для вприскування рідкого палива в топку 11. Потім упродовж пускового періоду, що потребує рідкопаливного пальника, зовнішні канали вторинного повітря 33a і 33b багатоступеневих каналів 30A для введення вторинного повітря тимчасово використовуються як рідкопаливні канали, наприклад, і, таким чином, число каналів, використовуваних у твердопаливному пальнику, можна зменшити, зменшивши при цьому висоту котла.

20 Далі з посиланнями на Фіг. 16 описується твердопаливний пальник, придатний для використання у котлі з розміщенням пальників на вертикальних екранах.

У твердопаливному пальнику 20C, показаному на цій фігурі, канал 30B для введення вторинного повітря, який містить кілька концентричних каналів, передбачений на зовнішній периферії основного пилувугільного каналу 22A, що має у поперечному перерізі круглу форму. 25 Канал 30B для введення вторинного повітря, показаний на цій фігурі, складається з двох ступенів, тобто, внутрішній канал 31 для введення вторинного повітря і зовнішній канал 33 для введення вторинного повітря, але конструктивне виконання каналу 30B для введення вторинного повітря цим не обмежується.

30 Крім того, у центрі випускного отвору основного пилувугільного каналу 22A решіткоподібним чином у двох різних (вертикальному й горизонтальному) напрямках розміщені усього чотири подільні елементи 24. Слід відмітити, що число подільних елементів 24, їх розміщення і їх форма поперечного перерізу, описані у першому варіанті здійснення, можуть застосовуватися до подільних елементів 24, використовуваних у цьому випадку.

35 Оскільки твердопаливний пальник 20C, конструктивно виконаний таким чином, що подає вторинне повітря поступово, він не створює надмірну відновну атмосферу, а зазвичай забезпечує коротке полум'я і потужну відновну атмосферу, тим самим зменшуючи сірководневу корозію тощо, викликані утворенням сірководнем.

40 Таким чином у твердопаливних пальниках вищеописаних варіантів здійснення і модифікацій, оскільки у випускному отворі пилувугільного пальника передбачені подільні елементи, розміщені у кількох напрямках, які функціонують як механізм внутрішньої стабілізації полум'я, шлях потоку пилородячого палива і повітря поділяється для збурення їх потоку поблизу центру випускного отвору паливного пальника, де подільні елементи перетинаються. Оскільки це збурення сприяє змішуванню і дифузії повітря навіть у полум'ї, і крім того, подільні елементи поділяють поверхню займання, дозволяючи кисню легше дійти до центральної частини полум'я, 45 положення займання наближається до центру полум'я, зменшуючи кількість незгорілого палива. Зокрема, оскільки внутрішнє займання ефективно здійснюється через використання кисню у центральній частині полум'я, у полум'ї швидко протікає відновлення, і, як наслідок, кількість утворений NOx, у кінцевому рахунку викидуваних із твердопаливного котла, що має твердопаливний пальник, зменшується.

50 Крім того, якщо канали для введення вторинного повітря виконані для забезпечення кількох ступенів для регулювання введення вторинного повітря, концентрацію вторинного повітря на зовнішній периферії полум'я можна відвернути або пригнітити, тим самим пригнічуючи зону залишення високотемпературного кисню, утворювану на зовнішній периферії полум'я, зменшуючи кількість утворюваних оксидів азоту (NOx).

55 Крім того, оскільки твердопаливний пальник і твердопаливний котел, що має пропонований твердопаливний пальник, можуть здійснювати потужне займання у полум'ї і можуть підвищити коефіцієнт надлишку повітря у пальниковій секції, коефіцієнт надлишку повітря в усьому котлі можна зменшити приблизно до 1,0-1,1, що підвищить ККД котла. Слід відмітити, що звичайний твердопаливний пальник і звичайний твердопаливний котел зазвичай працюють при коефіцієнті

надлишку повітря приблизно 1,15, і, таким чином, коефіцієнт надлишку повітря можна зменшити приблизно на 0,05-0,15.

Фіг. 17-22 - це графіки, побудовані по експериментальним результатам, що показують переваги цього винаходу.

Фіг. 17 представляє графік експериментального результату, що показує залежність між положенням стабілізатора полум'я при внутрішній стабілізації полум'я і кількістю утворюваних NOx (відносне значення). У цьому випадку у порівняльних прикладах, показаних на Фіг. 18, ширина (висота) подільних елементів 24А, що функціонують як стабілізатор полум'я, вказана положенням стабілізатора полум'я а, а ширина шляху потоку, в якому фактично протікає вугільний пил, вказана фактичною шириною потоку вугільного пилу b. На цьому графіку "a/b" вказане на горизонтальній осі, а відносне значення кількості утворюваних NOx вказане на вертикальній осі. Слід відмітити, що, хоча на Фіг. 18 використовується подільний елемент 24А, показаний на Фіг. 6В, тип подільного елемента цим подільним елементом не обмежується.

У цьому експерименті кількості NOx, утворюваних у порівняльному прикладі 1 (a/b=0,77) і порівняльному прикладі 2 (a/b=0,4), вимірювалися при однаковій швидкості потоку основного повітря і вугільного пилу, однаковій швидкості потоку вторинного повітря й однаковим розподілом між основним і вторинним повітрям.

У цьому випадку в основному пилувугільному каналі 22, використовуваному у порівняльному прикладі 1, у шлях потоку розміщене перевернене осердя 26, що служить як перепона, і, відтак, вугільний пил витікає з шириною b, яка приблизно відповідає ширині внутрішньої стінки переверненого осердя 26. З іншого боку, в основному пилувугільному каналі 22, використовуваному у порівняльному прикладі 2, вугільний пил протікає вздовж внутрішньої стінки шляху потоку, що не має перепон, і витікає з шириною b, яка приблизно відповідає ширині шляху потоку. Відтак, навіть при однаковому положенні стабілізатора полум'я і такому самому внутрішньому діаметрі основних пилувугільних каналів 22 наявність або відсутність перепони спричиняє різницю фактичної ширини потоку вугільного пилу b, яка є знаменником, і, як наслідок, кількість утворюваних NOx відрізняється.

Іншими словами, експериментальний результат, показаний на Фіг. 17, свідчить про те, що якщо відношення (a/b) ширини а подільних елементів до фактичної ширини потоку вугільного пилу b встановлене приблизно 75 % або менше, кількість утворюваних NOx зменшується.

Зокрема, відповідно до цього експериментального результату, зрозуміло, що якщо відношення (a/b) ширини а подільних елементів до фактичної ширини потоку вугільного пилу b зменшується з 0,77 до 0,4, відносне значення кількості утворюваних NOx зменшується до 0,75, тобто, приблизно на 25 %. Іншими словами, зрозуміло, що оптимізація ширини подільних елементів, функціонуючих як механізм внутрішньої стабілізації полум'я, є ефективною для зменшення NOx у твердопаливному пальнику і твердопаливному котлі.

Одночасно, якщо за відсутності механізму регулювання потоку 25 відбуваються дрейфи, положення подільних елементів може бути на зовнішньому боці відносно до потоку вугільного пилу, призводячи до збільшення NOx. Таким чином, механізм регулювання потоку відіграє важливу роль.

Фіг. 19 представляє графік експериментального результату, що показує залежність між заповненням подільними елементами і кількістю утворюваних NOx (відносне значення). Зокрема, це експериментальний графік, що показує, як кількість утворюваних NOx змінюється залежно від відношення вищеописаної ширини подільних елементів до висоти (ширини) основного пилувугільного каналу 22.

Відповідно до цього експериментального результату, чим більше заповнення подільними елементами, тим менша кількість утворюваних NOx; і, відтак, зрозуміло, що установка подільних елементів сприяє зменшенню NOx.

З іншого боку, відповідно до вищеописаного експериментального результату, показаного на Фіг. 17, якщо відношення (a/b) ширини а подільних елементів до фактичної ширини потоку вугільного пилу b зменшується, зменшується й відносне значення кількості утворюваних NOx, і, таким чином, установка подільних елементів, що мають відповідну ширину, є необхідною для зменшення кількості утворюваних NOx. Іншими словами, при внутрішній стабілізації полум'я для того, щоб зменшити кількість утворюваних NOx, важливо передбачити подільні елементи, що мають відповідну ширину, щоб підсилити займання, тим самим швидше викидаючи і відновлюючи NOx.

Фіг. 20 показує порівняння кількості незгорілого палива, утвореного у випадку односпрямованого поділу, в якому подільні елементи розміщені в одному напрямку, і випадку перетинного поділу, в якому подільні елементи розміщені у кількох напрямках. У цьому експерименті використовувалися такі самі умови, як й у експерименті, показаному на Фіг. 17, і

кількість утвореного незгорілого палива порівнюється між односпрямованим і перетинним поділами.

Відповідно до цього експериментального результату, відносне значення кількості утвореного незгорілого палива при використанні перетинного поділу становить 0,75 відносно кількості утвореного незгорілого палива при використанні односпрямованого поділу, і зрозуміло, що кількість утвореного незгорілого палива зменшується приблизно на 25 %. Зокрема, перетинний поділ, при якому подільні елементи розміщені у кількох напрямках, забезпечує зменшення кількості незгорілого палива у твердопаливному пальнику і твердопаливному котлі.

З експериментального результату, показаного на Фіг. 20, зрозуміло, що при розміщенні подільних елементів у різних напрямках займання у полум'ї додатково підсилюється, і дифузія повітря всередину повітря покращується, тим самим зменшуючи кількість незгорілого палива.

З іншого боку, зрозуміло, що при використанні односпрямованого поділу кількість незгорілого палива є більшою, оскільки повітря подається на зовнішній бік полум'я, таким чином, із затримкою дифузії повітря у полум'я, утворюване на внутрішньому боці.

Експериментальний результат, показаний на Фіг. 21, одержаний порівнянням кількостей NOx, утворених у пальниковій секції, у зоні від пальникової секції до секції ДП й у секції ДП у звичайному твердопаливному пальнику і пропонуваному твердопаливному пальнику. Показані значення відносно кількості NOx, утворених у секції ДП звичайного твердопаливного пальника, яка встановлена як контрольне значення 1. Слід відмітити, що для одержання цього експериментального результату, використовуються подільні елементи, розміщені у кількох напрямках, як показано, наприклад, на Фіг. 1 А.

Крім того, цей експериментальний результат одержаний через порівняння при такій самій кількості незгорілого палива, а коефіцієнт надлишку повітря (відношення кількості введенного повітря, одержаної відніманням кількості введенного додаткового повітря від загальної кількості введенного повітря, відносно загальної кількості введенного повітря) у зоні від пальникової секції до секції ДП встановлений 0,8 при звичайній технології і 0,9 у цьому винаході. Загальна кількість введенного повітря, використовувана у цьому випадку, - це фактична кількість введенного повітря, визначена з урахуванням коефіцієнту надлишку повітря. Слід відмітити, що швидкість введення додаткового повітря встановлена 30 %, а коефіцієнт надлишку повітря встановлений 1,15, коефіцієнт надлишку повітря у зоні від пальникової секції до секції ДП становить приблизно 0,8 (коефіцієнт надлишку повітря у зоні від пальникової секції до секції ДП = $1,15 \times (1 - 0,3) \approx 0,8$).

Відповідно до цього експериментального результату, кількість NOx, у кінцевому рахунку утворювана із секції ДП, зменшується до 0,6 - зменшення на 40 % у порівнянні до звичайної технології. Зрозуміло, що це пояснюється тим, що у цьому винаході використовується внутрішня стабілізація полум'я через розміщення подільних елементів у кількох напрямках для додаткового підсилення займання подільними елементами з утворенням при цьому NOx у полум'ї й ефективним відновленням NOx.

Крім того, у цьому винаході, оскільки змішування у полум'ї є відмінним, згоряння наближується до згоряння попередньої суміші, забезпечуючи рівномірніше згоряння, і, таким чином, підтверджується, що достатня відновна здатність забезпечується навіть при коефіцієнті надлишку повітря 0,9.

Зокрема, у звичайній технології, оскільки на зовнішній периферії полум'я утворюється високотемпературна високоокиснева зона, і, таким чином, для достатнього відновлення NOx потрібно приблизно 30 % введення додаткового повітря (ДП), коефіцієнт надлишку повітря у зоні від пальникової секції до секції ДП необхідно зменшити приблизно до 0,8. Відтак, оскільки в секцію ДП вводиться приблизно 30 % загальної кількості введенного повітря, визначеної з урахуванням коефіцієнту надлишку повітря, NOx утворюється й у секції ДП.

Однак у цьому винаході, оскільки згоряння може здійснюватися навіть при коефіцієнті надлишку повітря у зоні від пальникової секції до секції ДП приблизно 0,9, кількість введенного додаткового повітря можна зменшити приблизно до 0-20 % від загальної кількості введенного повітря, визначеної з урахуванням коефіцієнту надлишку повітря. Відтак, можна пригнітити й кількість NOx, утворених у секції ДП, що у кінцевому рахунку уможливує зменшення кількості утворених NOx приблизно на 40 %.

На Фіг. 22 горизонтальна вісь вказує коефіцієнт надлишку повітря у зоні від пальникової секції до секції ДП, а вертикальна вісь - відносне значення кількості утворених NOx. Відповідно до цього експериментального результату, у цьому винаході коефіцієнт надлишку повітря 0,9 є оптимальним значенням поблизу пальника, при якому підтверджено зменшення NOx приблизно на 40 %. Відтак, з Фіг. 22, коефіцієнт надлишку повітря у зоні від пальникової секції до секції ДП, який представляє собою відношення кількості введенного повітря, одержаної відніманням кількості введенного додаткового повітря від загальної кількості введенного повітря,

до загальної кількості введенного повітря, визначеної з урахуванням коефіцієнт надлишку повітря, переважно встановлений на 0,85 або більше, при якому кількість NOx може зменшитися приблизно на 30 %, і, переважніше, встановлений на оптимальне значення 0,9 або більше.

5 В експериментальному результаті цього винаходу при коефіцієнті надлишку повітря приблизно 0,8 кількість утворюваних NOx збільшується до 1 або більше, оскільки NOx утворюються через введення додаткового повітря.

Крім того, верхня границя коефіцієнту надлишку повітря різниться залежно від паливного коефіцієнту: він становить 0,95, якщо паливний коефіцієнт становить 1,5 або більше, і він становить 1,0, якщо паливний коефіцієнт менше 1,5. Паливний коефіцієнт у цьому випадку - це відношення зв'язаного вуглецю до виходу летючих (зв'язаний вуглець/вихід летючих) у паливі.

Таким чином, відповідно до цього варіанта здійснення, описаного вище, передбачені пиловугільний пальник 21, який має внутрішню стабілізацію полум'я, й канали 30 для введення вторинного повітря, які не здійснюють стабілізацію полум'я, і коефіцієнт надлишку повітря у пиловугільному пальнику 21, встановлений на 0,85 або більше, переважно, на 0,9 або більше, із зменшенням кількості введенного додаткового повітря у секції ДП 14, а також із зменшенням кількості NOx, утворюваних у секції ДП 14. Крім того, оскільки зона залишення високотемпературного кисню Н, утворювана на зовнішній периферії полум'я, пригнічується, і NOx, утворювані у полум'ї, в якому згоряння наближається до згоряння попередньої суміші, ефективно зменшуються, кількість NOx, у кінцевому рахунку викиданих із секції ДП 14, зменшується через зменшення кількості NOx, що досягають секції ДП 14, і через зменшення кількості NOx, утворюваних у секції ДП 14, через вдмухування додаткового повітря.

Як наслідок, у твердопаливному пальнику 20 і котлі 10 з тангенціальною топкою кількість утворюваних у кінцевому рахунку NOx, що викидаються із секції ДП 14, зменшується.

Крім того, при використанні твердопаливного пальника і способу, в якому роботу здійснюють з коефіцієнтом надлишку повітря у пальнику на вугільному пилі 21, встановленим на 0,85 або більше, кількість повітря (кількість введенного додаткового повітря) у секції ДП 14 зменшується у порівнянні до випадку, в якому коефіцієнт надлишку повітря становить 0,8, наприклад, і, таким чином, кількість NOx, утворюваних у кінцевому рахунку, зменшується у секції ДП 14, де кількість введенного додаткового повітря зменшується.

Слід відмітити, що цей винахід не обмежується вищеописаними варіантами здійснення, і відповідні модифікації можливі у межах його об'єму. Наприклад, пилоподібне тверде паливо не обмежується вугільним пилом.

Перелік позицій

- 35 10 Котел з тангенціальною топкою
- 11 Топка
- 12 Пальникова секція
- 14 Секція вдування додаткового повітря (Секція ДП)
- 20, 20А-20С Твердопаливний пальник
- 40 21 Пиловугільний пальник (паливний пальник)
- 22 Основний пиловугільний канал
- 23 Вторинний пиловугільний канал
- 24, 24А, 24В Подільний елемент
- 25 Механізм регулювання потоку
- 45 30, 30А Канал для введення вторинного повітря
- 31, 31а, 31b Внутрішній канал вторинного повітря
- 32а, 32b Середній канал вторинного повітря
- 33, 33а, 33b Зовнішній канал вторинного повітря
- 34L, 34R Бічний канал вторинного повітря
- 50 40, 41 Заслінка
- Н Полум'я
- Н Зона залишення високотемпературного кисню

Джерела інформації:

- 55 [1] Публікація патенту Японії № 3679998
- [2] Нерозглянута патентна заявка Японії, публікація № 2006-189188

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Твердопаливний пальник, який використовується у пальниковій секції твердопаливного котла для здійснення горіння з низькими викидами NOx окремо у пальниковій секції й у секції введення додаткового повітря, який містить:
 5 паливний пальник, який вдуває пилоподібне тверде паливо й повітря у топку, й канал для введення вторинного повітря, який вдуває вторинне повітря, причому паливний пальник містить:
- 10 основний пиловугільний канал, який вдуває пилоподібне тверде паливо та основне повітря у топку, причому основний пиловугільний канал здійснює внутрішню стабілізацію полум'я, та вторинний пиловугільний канал, який передбачений таким чином, що оточує основний пиловугільний канал і вдуває частину вторинного повітря, причому вторинний пиловугільний канал не здійснює внутрішню стабілізацію полум'я,
- 15 де канал для вдування вторинного повітря розміщений вище й нижче та/або з правого й лівого боків паливного пальника і має засіб регулювання потоку повітря, та причому внутрішня стабілізація полум'я здійснюється одним або кількома подільними елементами, розміщеними у передній частині шляху потоку основного пиловугільного каналу.
2. Твердопаливний пальник за п. 1, який додатково містить механізм регулювання потоку, що прикладає втрату тиску до потоку пилоподібного твердого палива й повітря, утвореного на впускному боці подільних елементів.
3. Твердопаливний пальник за одним із пп. 1-2, який **відрізняється** тим, що кожен отвір для вдування вторинного повітря оснащений механізмом регулювання кута.
4. Твердопаливний пальник за одним із пп. 1-3, який **відрізняється** тим, що розподіл кількості повітря, що має вдуватися з каналів для вдування вторинного повітря, керується із зворотним зв'язком залежно від кількості незгорілого палива і кількості викидів оксидів азоту (NOx).
- 25 5. Твердопаливний пальник за одним із пп. 1-4, який **відрізняється** тим, що кількість повітря, що має вдуватися з каналів для вдування вторинного повітря, розподіляється серед багатоступеневих вдувань, що робить зону від пальникової секції до секції вдування додаткового повітря відносно атмосферою.
- 30 6. Твердопаливний пальник за одним із пп. 1-5, який **відрізняється** тим, що система подачі повітря у вторинний пиловугільний канал паливного пальника відділена від системи подачі повітря в канали для вдування вторинного повітря.
7. Твердопаливний пальник, який використовується у пальниковій секції твердопаливного котла для здійснення горіння з низькими викидами NOx окремо у пальниковій секції й у секції вдування додаткового повітря, який містить:
 35 паливний пальник, який вдуває пилоподібне тверде паливо й повітря у топку, й канал для вдування вторинного повітря, який вдуває вторинне повітря, причому паливний пальник містить: основний пиловугільний канал, який вдуває пилоподібне тверде паливо та основне повітря у топку, причому основний пиловугільний канал здійснює внутрішню стабілізацію полум'я, та вторинний пиловугільний канал, який передбачений таким чином, що оточує основний пиловугільний канал і вдуває частину вторинного повітря, причому вторинний пиловугільний канал не здійснює внутрішню стабілізацію полум'я,
- 40 де канал для вдування вторинного повітря розміщений вище й нижче та/або з правого й лівого боків паливного пальника і має засіб регулювання потоку повітря, та причому внутрішня стабілізація полум'я здійснюється подільними елементами, розміщеними у кількох напрямках у передній частині шляху потоку основного пиловугільного каналу.
- 45 8. Твердопаливний пальник за п. 7, який **відрізняється** тим, що довжина поверхні займання (L_f), утворена подільними елементами, встановлена більшою за довжину периметра випускного отвору (L) паливного пальника ($L_f > L$).
- 50 9. Твердопаливний пальник за п. 7 або 8, який **відрізняється** тим, що подільні елементи щільно розміщені в центрі випускного отвору паливного пальника.
10. Твердопаливний пальник за одним із пп. 7-9, який **відрізняється** тим, що кожен канал для введення вторинного повітря поділений на кілька незалежних шляхів потоку і має засоби регулювання потоку повітря.
- 55 11. Твердопаливний пальник за одним із пп. 7-10, який додатково містить механізм регулювання потоку, що прикладає втрату тиску до потоку пилоподібного твердого палива й повітря, утвореного на впускному боці подільних елементів.
12. Твердопаливний пальник за одним із пп. 7-11, який **відрізняється** тим, що кожен канал для вдування вторинного повітря оснащений механізмом регулювання кута.
- 60

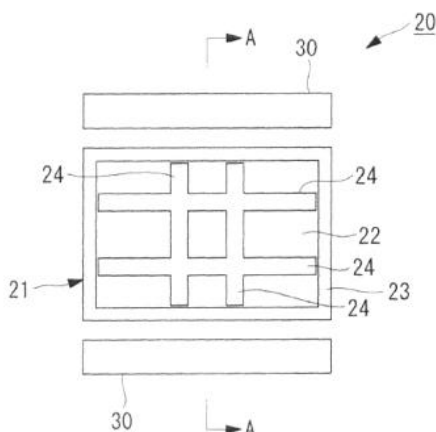
13. Твердопаливний пальник за одним із пп. 7-12, який **відрізняється** тим, що розподіл кількості повітря, що має вдуватися з каналів для введення вторинного повітря, керується із зворотним зв'язком залежно від кількості незгорілого палива і кількості викидів оксидів азоту (NOx).

14. Твердопаливний пальник за одним із пп. 7-13, який **відрізняється** тим, що кількість повітря, що має вдуватися з каналів для введення вторинного повітря, розподіляється серед багатоступеневих введень, що робить зону від пальникової секції до секції введення додаткового повітря відновною атмосферою.

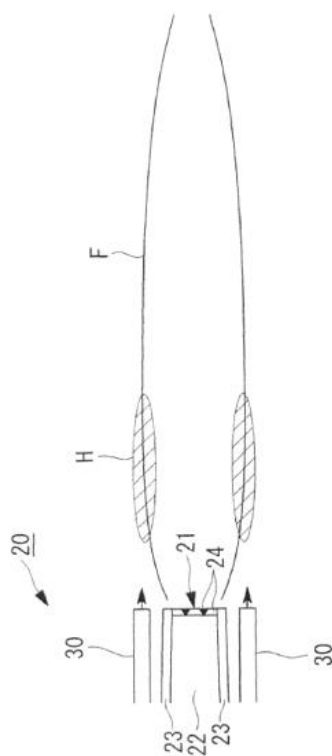
15. Твердопаливний пальник за одним із пп. 7-14, який **відрізняється** тим, що система подачі повітря у вторинний пиловугільний канал паливного пальника відділена від системи подачі повітря в канали для введення вторинного повітря.

16. Твердопаливний пальник за п. 10, який **відрізняється** тим, що кілька шляхів потоку каналів для введення вторинного повітря передбачені концентрично навколо паливного пальника, який має круглу форму, у зовнішньому коловому напрямку багатоступеневим чином.

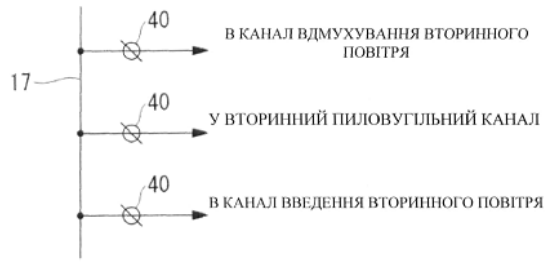
17. Твердопаливний котел, що містить твердопаливний пальник за одним із пп. 1 або 7, причому твердопаливний пальник розміщений у куті або на стінці топки.



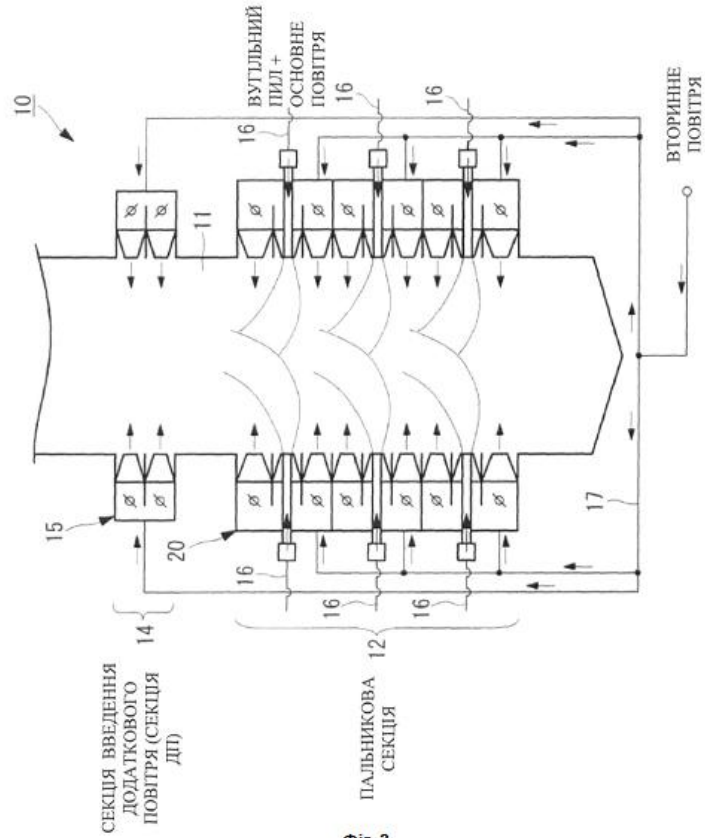
Фиг. 1А



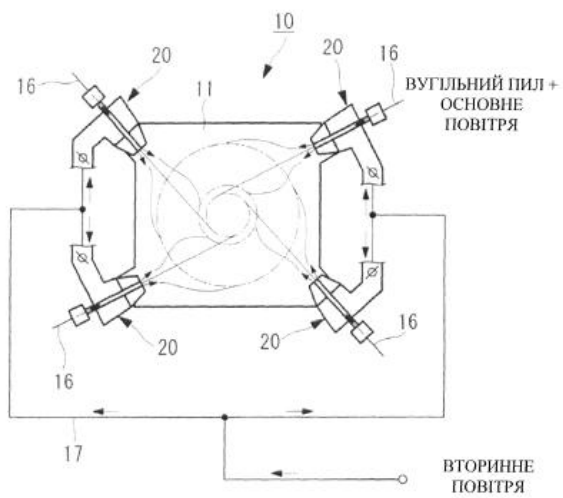
Фиг. 1В



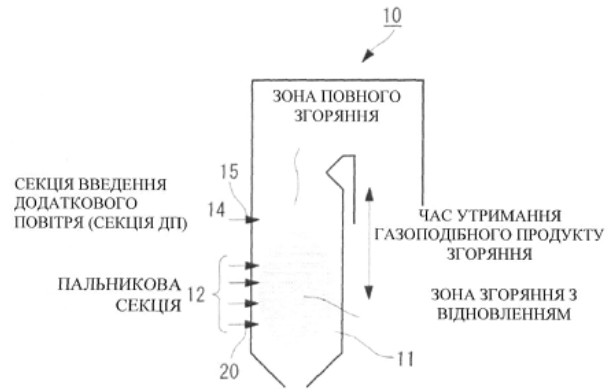
Фиг. 2



Фиг. 3



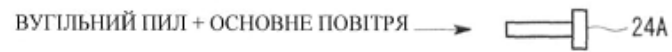
Фиг. 4



Фиг. 5



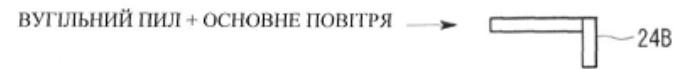
Фиг. 6A



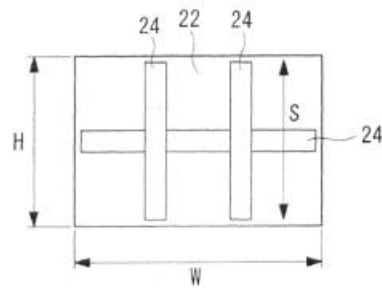
Фиг. 6B



Фиг. 6C

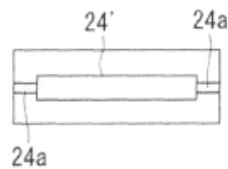


Фиг. 6D



ДОВЖИНА ПЕРИМЕТРУ ВИПУСКНОГО ОТВОРУ (L) = $2H+2W$
ДОВЖИНА ПОВЕРХНІ ЗАЙМАННЯ (L_f) = $6S$

Фиг. 7A



Фиг. 7B

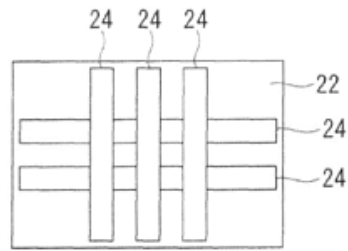


Fig. 8

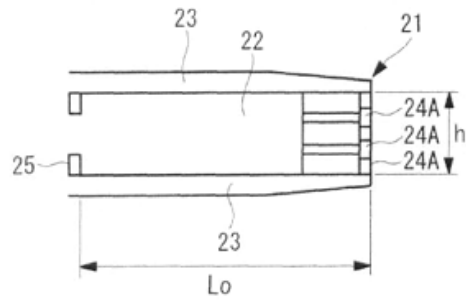


Fig. 9

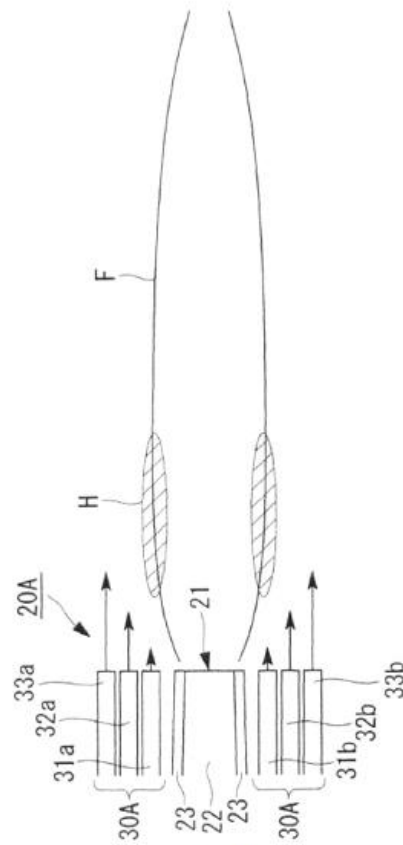
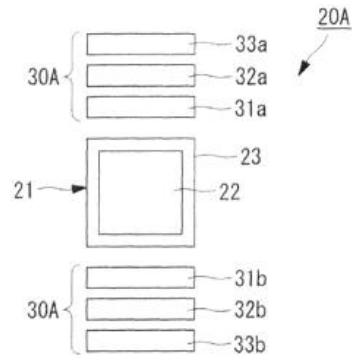


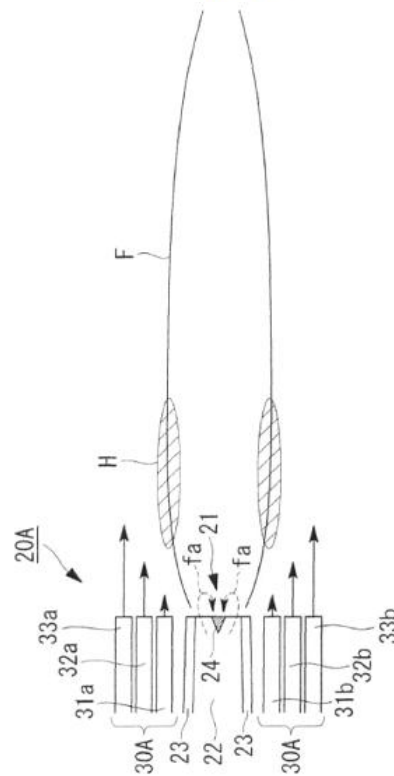
Fig. 10A



У ЗОВНІШНІЙ КАНАЛ ВВЕДЕННЯ
ВТОРИННОГО ПОВІТРЯ 33a



Фіг. 10B



Фіг. 11A

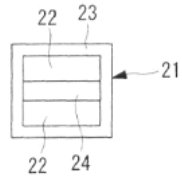


Fig. 11B

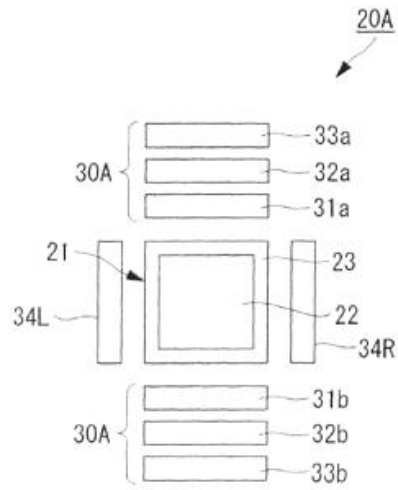


Fig. 12

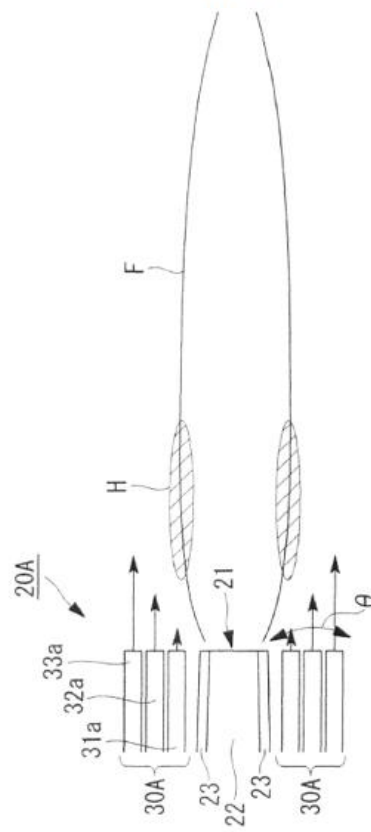
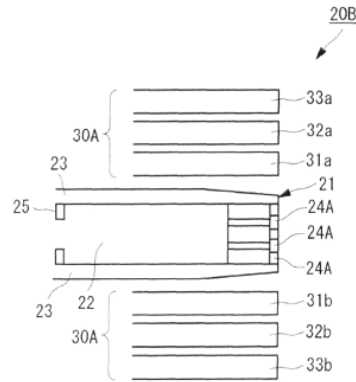


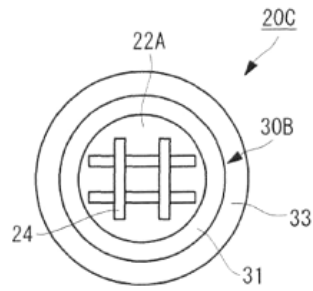
Fig. 13



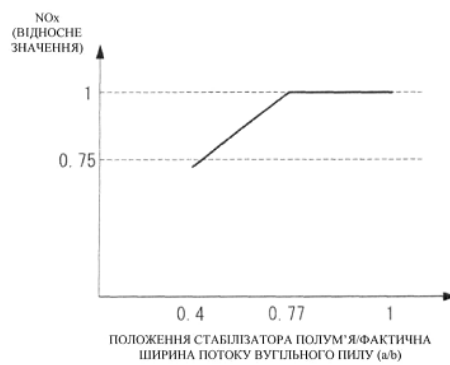
Фиг. 14



Фиг. 15



Фиг. 16



Фиг. 17

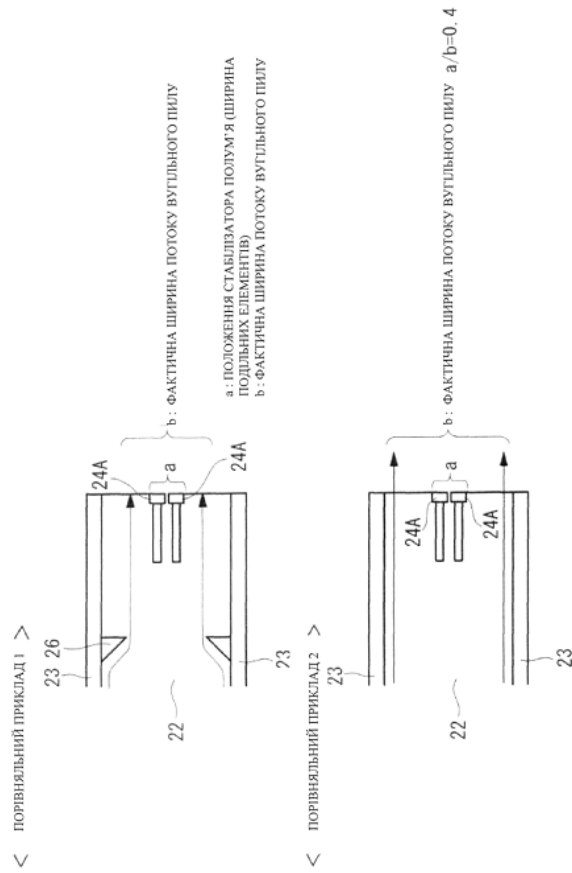


Fig. 18

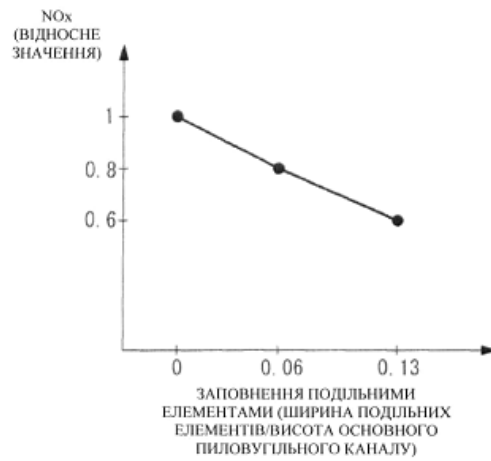


Fig. 19

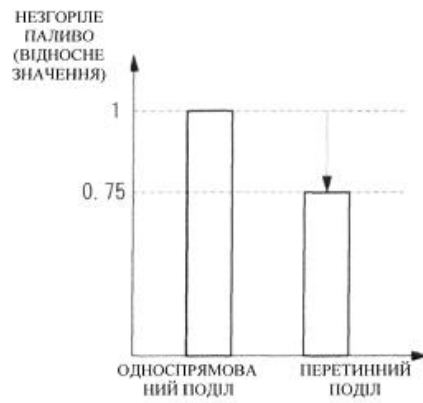


Fig. 20

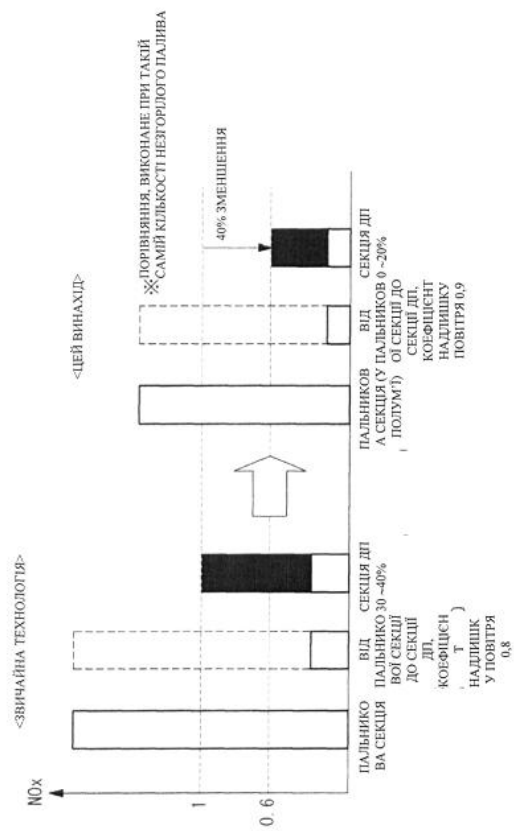
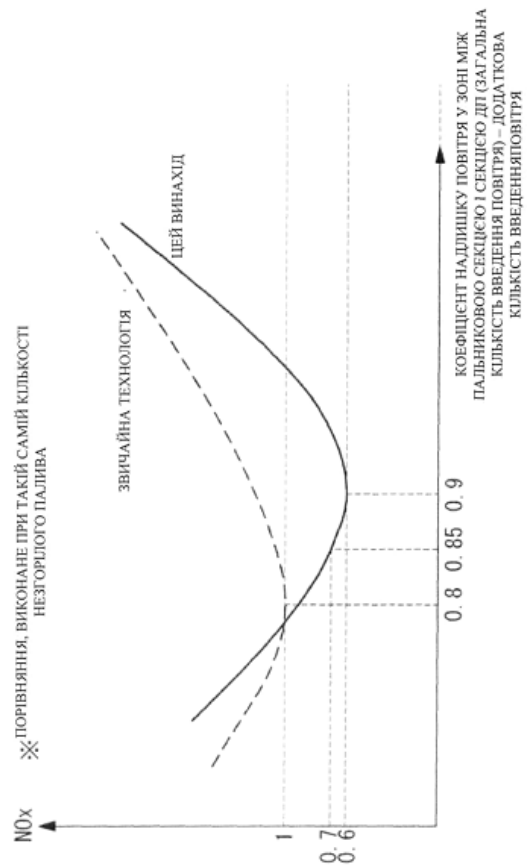


Fig. 21



Фіг. 22

Комп'ютерна верстка В. Мацело

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

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