



УКРАЇНА

(19) UA (11) 81217 (13) C2
(51) МПК (2006)
B01D 45/08 (2006.01)
F27B 15/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВІДДІЛЕННЯ ТВЕРДИХ РЕЧОВИН ВІД ТОПКОВОГО ГАЗУ У КОТЛІ З ЦИРКУЛЮЮЧИМ ПСЕВДОЗРІДЖЕНИМ ШАРОМ

1

(21) 2002054200

(22) 22.05.2002

(24) 25.12.2007

(31) 09/865,332

(32) 25.05.2001

(33) US

(72) МИХАЇЛ МАРІАМЧИК, КІПЛІН СІ.
АЛЕКСАНДЕР, ФЕЛІКС БЕЛІН, ДЕЙВІД Р. ГІББС,
ДЕЙВІД ДЖ. УОЛКЕР, ДОНАЛЬД Л. ВІЦКЕ

(73) ДЗЕ БЕБКОК ЕНД УІЛКОКС КОМПАНІ

(56) UA 25860, B01D45/08, 26.09.94

SU 1327932, B01D45/08, 07.08.87

GB 2130118, B01J8/00, 31.05.84

US 5343830, 122/4D, 06.09.94

US 5378253, 55/269, 03.01.95

(57) 1. Пристрій для відділення твердих речовин від потоку топкового газу у котлі з циркулюючим псевдозрідженим шаром (ЦПШ), який містить набір вертикальних сепараторів частинок відбійного типу, розташованих у межах котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, при цьому сепаратори частинок відбійного типу розташовані суміжно та на відстані один від одного по горизонталі з утворенням декількох рядів, розташованих у шаховому порядку, причому кожний сепаратор частинок відбійного типу містить колекторний канал, відкритий у напрямку до потоку топкового газу, і принаймні одну вертикальну опорну трубу для переміщення крізь неї охолоджувального середовища, який відрізняється тим, що кожний сепаратор частинок відбійного типу складено з набору підвісних елементів, які закріплені на опорній трубі уздовж її довжини, утворюючи вищевказаний колекторний канал, відкритий у напрямку до потоку топкового газу уздовж довжини опорної труби.

2. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що кожна опорна труба має ребра, а підвісні елементи мають U-подібну форму і закріплені на опорній трубі за допомогою гаків, які прикріплені до задніх стінок підвісних елементів і зчеплені з ребрами з задньої сторони опорної труби, при цьому кожна опорна труба розташована у межах U-подібної частини підвісних елементів і має закріплені на її ребрах з передньої сторони

2

опорної труби захисні елементи, переважно С-подібної форми, для запобігання ерозії опорної труби від твердих речовин, які збираються сепаратором частинок відбійного типу, коли котел з ЦПШ функціонує.

3. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що підвісні елементи виконані зі звуженням, при цьому суміжні кінці набору підвісних елементів сполучені на з'єднанні з перекриттям один одного.

4. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що суміжні кінці набору підвісних елементів сполучені на з'єднанні внапуск або у вигляді V-подібного жолоба.

5. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що набір підвісних елементів виготовлено з металу або кераміки.

6. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що набір підвісних елементів має стрічки для зберігання їх форми та вирівнювання.

7. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що набір підвісних елементів має щити для зберігання їх форми та вирівнювання та для повернення твердих речовин, що падають, назад у колекторний канал.

8. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що кожна опорна труба має принаймні одне з далі переліченого: набір шипів, приварених до опорної труби та покритих покриттям з вогнетривкого матеріалу, керамічний кахель, металеві або керамічні напилени покриття, металеві або керамічні виливки, зварне покриття та щити.

9. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що кожна опорна труба має ребра, а підвісні елементи мають U-подібну форму і закріплені на опорній трубі за допомогою гаків, які прикріплені до задніх стінок підвісних елементів і зчеплені з ребрами з передньої сторони опорної труби, при цьому кожна опорна труба розташована зовні U-подібної частини підвісних елементів, а задня стінка кожного підвісного елемента має зігнуту частину, пригнану так, щоб вона відповідала зовнішньому діаметру опорної труби.

10. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що кожний підвісний елемент має першу V-подібну частину та приєднану до неї другу V-

(13) C2

(11) 81217

(19) UA

подібну частину, які разом оточують опорну трубу та які закріплені на ній за допомогою кронштейнів.

11. Пристрій за п. 1, **який відрізняється тим**, що кожний підвісний елемент має першу W-подібну частину та приєднану до неї другу V-подібну частину, які разом оточують опорну трубу та які закріплені на ній за допомогою кронштейнів.

12. Пристрій за п. 10 або п. 11, **який відрізняється тим**, що містить передні та задні частини у вигляді плит, які з'єднані з першими та другими частинами підвісних елементів і які призначені для обмеження потоку топкового газу та твердих речовин певним шляхом, коли топковий газ та тверді речовини переміщуються крізь набір вертикальних сепараторів частинок відбійного типу.

13. Пристрій за п. 10, **який відрізняється тим**, що на віддалених кінцях перших V-подібних частин підвісних елементів виконані відбортовки.

14. Пристрій за п. 11, **який відрізняється тим**, що на віддалених кінцях перших W-подібних частин підвісних елементів виконані відбортовки.

15. Пристрій за п. 1, **який відрізняється тим**, що кожний сепаратор частинок відбійного типу містить другу вертикальну опорну трубу для переміщення крізь неї охолоджувального середовища, і обидві опорні труби з'єднані одна з одною мембраною або плитою, а підвісні

елементи закріплені на мембрані або плиті, при цьому кожний підвісний елемент має пару увігнутих частин, кожна з яких пригнана для прийому однієї з пари опорних труб.

16. Пристрій за п. 1, **який відрізняється тим**, що кожний сепаратор частинок відбійного типу містить єдину вертикальну опорну трубу для переміщення крізь неї охолоджувального середовища, при цьому опорна труба має ребра, а підвісні елементи закріплені на опорній трубі кріпильними деталями, причому кожний підвісний елемент має увігнуту частину, пригнану для прийому опорної труби, та пару ніжок, які обпираються на вказані ребра для підтримання та вирівнювання підвісного елемента відносно потоку топкового газу.

17. Пристрій за п. 1, **який відрізняється тим**, що кожний сепаратор частинок відбійного типу містить єдину вертикальну опорну трубу для переміщення крізь неї охолоджувального середовища, при цьому опорна труба має ребра, а підвісні елементи мають H-подібну форму у поперечному перерізі та частину, пристосовану для прийому опорної труби та ребер та причеплення до них для підтримання та вирівнювання підвісних елементів відносно потоку топкового газу.

Цей винахід відноситься, взагалі, до будування котлів з циркулюючим псевдозрідженим шаром (ЦПШ) та, зокрема, до удосконалених конструкцій сепараторів частинок відбійного типу, які містять труби, що охолоджуються рідиною.

Системи котлів з ЦПШ є відомими та застосовуються у виробництві пари для промислових процесів та/або генерування електричної енергії. Дивіться, наприклад, [патенти США за номером 5 799 593, 4 992 085 та 4 891 052, автори Веїп та інші, 5 809 940, автори James та інші; 5 378 253 та 5 435 820, автори Daum та інші; та 5 343 830, автори Alexander та інші]. У реакторах з ЦПШ тверді речовини, що беруть або не беруть участь у реакції, захоплюються у межах кожуха реактора газовим потоком, який підіймається угору та який несе тверді речовини до виходу у верхній частині реактора, де тверді речовини відокремлюються сепараторами частинок відбійного типу. Сепаратори частинок відбійного типу розташовані у шаховому порядку для утворення проходу, через який може проходити потік газу, але не захоплені частинки. Зібрані тверді речовини повертають до днища реактора. Одна схема влаштування котла з ЦПШ застосовує набір сепараторів частинок відбійного типу (або угнуті відбійні елементи, або U-подібні елементи) біля виходу печі для відокремлення частинок від топкового газу. Незважаючи на те, що ці сепаратори можуть мати численні конфігурації,

їх загалом називають U-подібними елементами, тому що вони найчастіше мають U-подібну конфігурацію у поперечному перерізі.

При застосуванні у котлі з ЦПШ набір таких сепараторів частинок відбійного типу підтримується у межах кожуха печі, та вони простягаються вертикально, принаймні, двома рядами упоперек вихідного отвору печі, при цьому зібрані частинки падають безперешкодно та не в каналах під колекторні елементи уздовж задньої стінки кожуха. Проміжок між кожною суміжною парою U-подібних елементів в одному ряді знаходиться на одній лінії з U-подібним елементом у попередньому або наступному ряді U-подібних елементів для утворення звивистого шляху для проходження крізь нього топкового газу/твердих речовин. U-подібні елементи у кожному ряді збирають та видаляють частинки з потоку топкового газу/твердих речовин, у той час як потік топкового газу продовжує проходити навколо та крізь сукупність U-подібних елементів.

Колекторні елементи цих типів є взагалі відносно довгими порівняно з їхньою шириною та глибиною. Форма колекторних елементів звичайно зумовлюється двома факторами, а саме: збиральною ефективністю самих U-подібних елементів та спроможністю U-подібних елементів підтримувати самих себе. Коли застосовуються ці елементи, їх взагалі розташовують біля виходу печі, та вони не охолоджуються. Їх розташовують

біля вихідного отвору печі для захисту нагрівальних поверхонь, що знаходяться далі по потоку, від ерозії, яку спричиняють тверді частинки. Отже, U-подібні елементи зазнають впливу високих температур потоку топкового газу/твердих речовин, та матеріали, що застосовуються для U-подібних елементів, повинні бути достатньо термостійкими для забезпечення відповідної стійкості та опору до руйнування.

Довгі канали з листів нержавіючої сталі, які підтримують самі себе, успішно застосовувалися у котлах з ЦПШ для первинного колектора твердих речовин, проте границя повзучості комерційно доступних та прийнятих сплавів обмежує довжину колекторних елементів. При розділенні довгого колекторного каналу на короткі сегменти необхідна границя повзучості кожного короткого сегмента є набагато меншою, ніж для довгого каналу, завдяки ряду проміжних опор та невеликої ваги будь-якого окремого сегмента або елемента.

За способами виробництва колекторних елементів, що охолоджуються від охолоджуваної структури та підтримуються нею, вони звичайно містять колекторні пластини, приварені до опірних труб, що охолоджуються водою. Дивіться [патенти США за номерами 5 378 253 та 5 435 820, автори Daum та інші]. Проте приварювання до охолоджувальних труб підвищує ймовірність протікання течії труб на зварних швах.

Крім того, при застосуванні цієї відомої конструкції колекторний елемент охолоджується несиметрично, оскільки охолоджувана труба або труби знаходяться поблизу лише деякої частини фігурного сегмента або елемента колекторного каналу. Отже, лист, що утворює колекторні елементи, буде мати тенденцію до деформування через різницю в розширенні охолоджувальних поверхонь порівняно з більш гарячими частинами колекторних елементів.

Крім того, необхідно захистити самі труби від ерозії, яка спричиняється ударами твердих речовин, захоплених потоком твердих речовин/газу. Цей захист потребує застосування для труб щитів, виготовлених з нержавіючої сталі або кераміки, які слід застосовувати уздовж усієї висоти колектора, що у свою чергу, збільшує вартість.

Цей винахід включає численні схеми влаштування та конфігурації сепараторів частинок відбійного типу, які звичайно мають U-подібну форму, але які також можуть мати W-подібну, E-подібну, V-подібну або інші форми, та які підтримуються охолоджуваними рідиною трубами. Такі сепаратори частинок відбійного типу знаходять особливе застосування у котлах або реакторах з циркулюючим псевдозрідженим шаром (ЦПШ). Цей винахід відокремлює функцію підтримки від форми, яка забезпечує збирання і яка зумовлюється вимогами до функціонування, завдяки чому знижуються вимоги до характеристик міцності матеріалу, який використовується для утворення форми, яка забезпечує збирання. При такому підході міцність матеріалу, з якого виготовляється охолоджувана рідиною опора, є набагато більшою завдяки більш низькій робочій

температурі матеріалу охолоджуваної рідиною опори, що, у свою чергу, дозволяє застосовувати менш дорогі матеріали для охолоджуваної рідиною опори. Крім того, при застосуванні відносно невеликих сегментів для утворення функціональної форми кожного загального сепаратора частинок відбійного типу вимоги стосовно міцності для кожного сегмента є мінімальними, тому що кожний сегмент колекторного елемента повинен підтримувати лише себе.

Охолоджувані рідиною опори взагалі включають труби, що охолоджуються рідиною, такою як вода, пара або інші придатні охолоджувальні середовища, та розташовуються у потоці частинок твердих речовин та топкового газу. Кожний колекторний елемент може підтримуватися єдиною охолоджуваною рідиною трубою, або, як зображено у деяких варіантах здійснення, можна застосовувати дві або більше охолоджуваних рідиною труб, укріплених для зберігання їх розташування відносно одна одної. Сегменти, що утворюють колекторні елементи, можуть бути прикріплені безпосередньо до однієї або більше охолоджуваних рідиною труб або вони можуть кріпитися до закріплень на одній або більше труб, застосовуючи при цьому болти або зачіпні закріплення, такі як кронштейни та гаки.

За необхідністю, сегменти колекторних елементів можуть кріпитися до охолоджуваної рідиною опори таким способом, щоб підсилити охолодження сегмента, якщо це є корисним, наприклад, шляхом умуовування у теплопровідний цемент або рідке цементне тісто. Альтернативно, сегмент може бути розташованим на відстані від охолоджуваної рідиною опори з невеликим проміжком для підтримання робочої температури сегмента близькою до температури оточуючого потоку топкового газу та частинок твердих речовин, якщо це є необхідним. Це дає змогу регулювати температуру сегментів колекторних елементів, що сприяє підвищенню стійкості до корозії та/або ерозії. Іноді U-подібні болти, нарізні шпильки, приварені до охолоджуваної рідиною опори кронштейни разом з гаками на сегменті застосовуються для кріплення цих сегментів колекторних елементів до охолоджуваної рідиною опори. Матеріали для охолоджуваної опори можуть включати вуглецеву сталь або більш дорогі матеріали, такі як сплави хрому-молібдену, - як потребується для робочих температур під час функціонування. Сегменти колекторних елементів, що входять до складу сепараторів частинок відбійного типу, можуть бути виробленими з вуглецевої сталі, легованої сталі, нержавіючої сталі, кераміки, композитів або інших матеріалів, - як потребується для заданих умов функціонування.

Отже, один аспект цього винаходу стосується пристрою для відділення твердих речовин від потоку топкового газу у котлі з циркулюючим псевдозрідженим шаром (ЦПШ). В усіх варіантах здійснення винаходу пристрій містить набір вертикальних сепараторів частинок відбійного

типу, розташованих у межах ЦПШ, при цьому сепаратори частинок відбійного типу розташовані суміжно та на відстані один від одного по горизонталі з утворенням декількох рядів, розташованих у шаховому порядку. Крім того, кожний сепаратор частинок відбійного типу містить, принаймні, одну вертикальну охолоджувальну рідиною опорну трубу для переміщення крізь неї охолоджувального середовища та набір підвісних елементів, які підтримуються з, принаймні, однієї опорної труби, при цьому набір підвісних елементів взаємодіє один з одним на їхніх суміжних кінцях, утворюючи колекторний канал, відкритий у напрямку до потоку топкового газу уздовж довжини опорної труби.

Різниця між різними варіантами здійснення винаходу полягає, головним чином, у різниці конструкцій елементів сепараторів частинок відбійного типу, які складають певний набір у ЦПШ.

У першому варіанті здійснення винаходу кожна опорна труба має ребра, та підвісні елементи мають U-подібну форму, та мають бічні стінки та задню стінку та підтримуються прикріпленими до них гаками, які зчеплені з ребрами з задньої сторони опорної труби. Кожна опорна труба розташована у межах U-подібної частини підвісних елементів, та влаштовано C-подібний канал, що має блокувальні частини, які взаємодіють з ребрами з передньої сторони опорної труби, при цьому C-подібний канал покриває опорну трубу для запобігання її ерозії від твердих речовин, які збираються сепаратором частинок відбійного типу, коли котел з ЦПШ працює.

В окремих випадках виконання пристрій, що заявляється, має наступні суттєві відмітні ознаки. Підвісні елементи звужуються, та суміжні кінці набору підвісних елементів перекривають один одного. Суміжні кінці набору підвісних елементів сполучені на з'єднанні внапусток або на з'єднанні у вигляді V-подібного жолоба. Набір підвісних елементів виготовлений з металу або кераміки. Набір підвісних елементів має стрічки для зберігання їхньої форми та вирівнювання. Набір підвісних елементів має щити для зберігання їхньої форми та вирівнювання та для повернення твердих речовин, що падають, назад у колекторний канал.

Альтернативно, або окрім вищезазначеної конструкції захисту елементів, кожна з опорних труб може мати, принаймні, одне з далі перелічених: набір шпильок, приварених до опорної труби та покритих покриттям з вогнетривкого матеріалу, керамічний кахель, металеві або керамічні напилени покриття, металеві або керамічні виливки, зварене покриття та щити.

В іншому варіанті здійснення винаходу кожна з опорних труб має ребра, та підвісні елементи мають U-подібну форму та підтримуються гаками, що зчеплені з ребрами з передньої сторони опорної труби. І знов, набір підвісних елементів взаємодіє один з одним на їхніх суміжних кінцях,

утворюючи колекторний канал, відкритий у напрямку до потоку топкового газу уздовж довжини опорної труби. При такому влаштуванні колекторний канал має бічні стінки та задню стінку, при цьому задня стінка має зігнену частину, пригнану так, щоб вона відповідала зовнішньому діаметру опорної труби, при цьому опорна труба розташована зовні U-подібної частини підвісних елементів.

В іншому варіанті здійснення винаходу кожний підвісний елемент пристрою має першу V-подібну частину та приєднану до неї другу V-подібну частину, які разом оточують опорну трубу та взаємодіють одна з одною на суміжних кінцях підвісних елементів, утворюючи колекторний канал, відкритий у напрямку до потоку топкового газу уздовж довжини опорної труби.

Альтернативно, кожний підвісний елемент має W-подібну частину та приєднану до неї V-подібну частину, які разом оточують опорну трубу та взаємодіють одна з одною на суміжних кінцях підвісних елементів, утворюючи колекторний канал, відкритий у напрямку до потоку топкового газу уздовж довжини опорної труби.

В обох варіантах здійснення винаходу, описаних безпосередньо вище, можна застосовувати відбортовки на віддалених кінцях як першої V-подібної частини, так і першої W-подібної частини. Можна застосовувати також передню та задню частини у вигляді плит, які з'єднані з першою та другою частинами і які призначені для обмеження потоку топкового газу та твердих речовин певним шляхом для підвищення збиральної ефективності, коли топковий газ та тверді речовини переміщуються крізь набір вертикальних сепараторів частинок відбійного типу, розташованих у межах ЦПШ.

У ще одному варіанті здійснення винаходу кожний сепаратор частинок відбійного типу містить пару вертикальних охолоджуваних рідиною опорних труб для переміщення крізь них охолоджувального середовища. Пара опорних труб з'єднані одна з одною мембраною або плитою, при цьому набір підвісних елементів підтримується з мембрани або плити. Кожний підвісний елемент має пару зігнених частин, кожна з яких пригнана для прийому однієї з пари опорних труб.

Альтернативно, кожний сепаратор частинок відбійного типу містить єдину вертикальну охолоджувальну рідиною опорну трубу для переміщення крізь неї охолоджувального середовища, при цьому єдина опорна труба має ребра. Набір підвісних елементів підтримується єдиною опорною трубою, при цьому кожний підвісний елемент має зігнену частину, пригнану для прийому єдиної опорної труби, та пару ніжок, які обпираються на ребра для підтримування та вирівнювання підвісного елемента відносно потоку топкового газу.

Нарешті, інший варіант здійснення винаходу застосовує конструкцію, у якій кожний сепаратор частинок відбійного типу містить єдину вертикальну охолоджувальну рідиною опорну трубу для переміщення крізь неї охолоджувального

середовища, при цьому опорна труба має ребра. При такому влаштуванні набір підвісних елементів має Н-подібну форму та підтримується єдиною опорною трубою та оточує її, при цьому кожний Н-подібний підвісний елемент має частину, пристосовану для прийому та причеплення єдиної опорної труби та ребер для підтримування та вирівнювання підвісних елементів відносно потоку топкового газу.

Різні нові ознаки, які характеризують винахід, описано докладно у формулі винаходу, яка додається та яка утворює частину цього опису. Для кращого розуміння винаходу, переваг його функціонування та специфічних переваг від його застосування ми посилаємося на супроводжувальний ілюстративний матеріал та опис, у яких ілюструється переважний варіант здійснення винаходу.

В ілюстративному матеріалі:

Фіг.1 - це схематичне зображення відомої конструкції котла з ЦПШ, яка застосовує систему сепаратора частинок відбійного типу.

Фіг.2 - вид зверху у розрізі внутрішньопічної групи U-подібних елементів на фіг.1, у напрямку стрілок 2-2.

Фіг.3 - це аксонометричний вид ззаду першого варіанта здійснення окремого сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента згідно з цим винаходом.

Фіг.4 - це вид зверху у розрізі сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента з фіг.3.

Фіг.5 - це вид збоку у розрізі сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента з фіг.4, у напрямку стрілок 5 - 5 на фіг.4.

Фіг.6 - це вид збоку у розрізі сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента з фіг.4, у напрямку стрілок 5 - 5 на фіг.4, з видаленням для наочності захистом труби.

Фіг.7 - вид спереду сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента з фіг.4, у напрямку стрілки 7 на фіг.4.

Фіг.8 - вид спереду сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента з фіг.4, у напрямку стрілки 7 на фіг.4, з видаленням для наочності захистом труби.

Фіг.9 - це аксонометричний вид спереду другого варіанта здійснення сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента згідно з цим винаходом.

Фіг.10 - це вид збоку у розрізі фіг.9, у напрямку стрілок 10 - 10 на фіг.9.

Фіг.11 - це вид зверху у розрізі фіг.9, у напрямку стрілок 11 - 11 на фіг.10.

Фіг.12 - це вид зверху сепараторів частинок відбійного типу, влаштованих у шаховому порядку, згідно з третім варіантом здійснення сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента згідно з цим винаходом.

Фіг.13 - це вид зверху сепараторів частинок відбійного типу, влаштованих у шаховому порядку, згідно з четвертим варіантом здійснення сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента згідно з цим винаходом.

Фіг.14, 15 та 16 - це вид зверху у розрізі (п'ятий, шостий та сьомий варіант здійснення) окремого сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента згідно з цим винаходом.

Фіг.17 та 18 - це вид зверху у розрізі восьмого варіанта здійснення окремого сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента згідно з цим винаходом.

Фіг.19 - це вид збоку дев'ятого варіанта здійснення окремого сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента згідно з цим винаходом.

Фіг.20 - це вид зверху у розрізі фіг.19, у напрямку стрілки 20 на фіг.19.

Як застосовується тут, термін "котел з ЦПШ" буде використовуватися для позначення реакторів або камер згоряння з ЦПШ, де відбувається процес згоряння. Незважаючи на те, що цей винахід спрямований здебільше на котли або парогенератори, що застосовують камери згоряння з ЦПШ, як засоби, завдяки яким виробляється тепло, зрозуміло, що цей винахід можна легко застосовувати у реакторі з ЦПШ іншого типу. Наприклад, винахід можна застосовувати у реакторі, який використовується для хімічних реакцій, відмінних від процесу згоряння, або там, де суміш газу/твердих речовин з процесу згоряння, що відбувається будь-де, подається до реактора для наступної обробки, або там, де реактор просто має камеру, у якій частинки або тверді речовини захоплюються газом, який не є обов'язково бічним продуктом процесу згоряння. Подібно до цього, термін "U-подібний елемент" застосовується у наступному описі заради зручності, та він взагалі означає будь-який тип угнутих відбійних елементів, або сепараторів частинок відбійного типу, які застосовуються для збирання та видалення частинок з навантаженого частинками топкового газу. Зокрема, сепаратори частинок відбійного типу є неплоскими; вони можуть мати U-подібну, V-подібну, E-подібну, W-подібну або будь-яку іншу форму, доки вони мають угнуту або чашоподібну поверхню, на яку спрямовується потік топкового газу та захоплених частинок, що буде надавати елементам можливість збирати та видаляти частинки з топкового газу.

Звернемося зараз до ілюстративного матеріалу, на якому подібні цифрові позначення застосовуються для позначення однакових або функціонально подібних елементів скрізь на декількох фігурах. Фіг.1 демонструє піч, взагалі позначену 10, що містить циркулюючий псевдозріджений шар 12, випускний газовий канал 14 та канал повернення частинок 16. Згоряння палива відбувається у циркулюючому псевдозрідженому шарі 12, при цьому виробляються відпрацьовані гарячі або топкові гази, що навантажені речовиною у вигляді частинок. Гарячі гази підіймаються крізь піч 10 до випускного газового каналу 14, від якого гази проходять упоперек та/або крізь декілька поверхонь теплопередачі (таких як пароперегрівник, підігрівник або економайзер) 17

та очищувальні пристрої до того, як вони потраплять в атмосферу (не зображено).

Ряди сепараторів 20 частинок відбійного типу розташовано у шаховому порядку у верхній частині печі 10, та вони взагалі підтримуються зі склепіння 26 печі. Перша група 22 сепараторів частинок визначається як внутрішньопічні U-подібні елементи, проте друга група 24 сепараторів частинок розташована далі по потоку за виходом печі, який схематично зображений пунктирними вертикальними лініями на фіг.1 між групами 22 та 24. Речовина у вигляді частинок, захоплених топковим газом, б'є по сепаратору 20 частинок відбійного типу, частинки відділяються та вільно падають безпосередньо назад у циркулюючий псевдозріджений шар 12, де знов може відбуватися подальше згоряння або реакція рециркульованих частинок. Взагалі, сепаратори 20 частинок відбійного типу є неплоскими та переважно мають U-подібну форму у поперечному перерізі, проте вони можуть мати V-подібну, E-подібну, W-подібну або будь-яку подібну угнуту або чашоподібну форму.

Фіг.2 - це вид зверху у розрізі внутрішньопічних U-подібних елементів 20, що утворюють внутрішньопічну групу 22 U-подібних елементів 20. Фігура ілюструє, як суміжні ряди U-подібних елементів 20 розташовані у шаховому порядку стосовно один до одного. Біля нижнього кінця кожного U-подібного елемента 20 у внутрішньопічній групі 22 звичайно знаходиться плита, що утворює піддон 23, або щит, призначенням якого є запобігання тому, щоб топкові гази та захоплені частинки не минали U-подібні елементи 20.

Звернемося зараз до фіг.3-8 взагалі, та до фіг.3 зокрема, де зображено перший варіант здійснення сепаратора 100 частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента згідно з цим винаходом. Кожний U-подібний елемент 100 містить набір підвісних елементів 110, які переважно мають U-подібну форму у поперечному перерізі та які підтримуються з охолоджуваної рідиною опорної труби 120, яка може охолоджуватися водою, паром, їх сумішшю або будь-яким іншим придатним охолоджувальним середовищем. Охолоджувальні труби 120, та, отже, й U-подібні елементи 100, чия частину вони утворюють, влаштовані вертикально подібно до відомих U-подібних елементів 20, зображених на фіг.2, та вони можуть підтримуватися зі склепіння 26 печі 10. Кожна охолоджувана рідиною опорна труба 120 має ребра 130, які дозволяють підтримувати з них підвісні елементи 110, переважно за допомогою гаків 170 (зображено на фіг.4, 5, 6 та 8). Охолоджувальні труби 120, які підтримують підвісні елементи 110, що утворюють окремий U-подібний елемент 100, розташовані у межах внутрішньої, або колекторної, частини U-подібного елемента 100. Охолоджувальні або опорні труби 120 можуть мати зовнішній діаметр 50,8мм (2 дюйми), проте, звичайно, можна застосовувати труби з іншими діаметрами. Крім того, як зображено, для запобігання ерозії охолоджувальних або опорних труб 120 захисні

елементи 140, які переважно мають форму C-подібного або схожого каналу, застосовуються поверх передніх частин охолоджувальних або опорних труб 120, так що потік топкового газу та частинок твердих речовин, що надходить, не б'є безпосередньо по опорним трубам 120. Оскільки у цьому варіанті здійснення охолоджувана рідиною опорна труба 120 та пов'язаний з нею захисний елемент 140 займають частину внутрішньої частини підвісних елементів 110, що утворюють U-подібний елемент 100, то глибину окремих підвісних елементів 110 можна збільшити, так щоб збиральна ефективність не погіршилася. Кожний з захисних елементів 140 має, принаймні, одну пару виступів 150, влаштованих симетрично на їхніх боках, при цьому вони блокуються разом з гаками 170 у прорізах у ребрах 130, запобігаючи випадковому відчепленню елементів 110 від відповідної охолоджуваної рідиною опорної труби 120. Болти 160 фіксують положення захисних елементів 140 відносно охолоджуваної рідиною опорної труби 120.

Як зображено на фіг.3, 5 та 6, нижні кінці кожного з підвісних елементів 110 звужуються так, щоб дозволити суміжним підвісним елементам 110, які укладено один на один уздовж довжини охолоджувальних або опорних труб 120, перекриватися, запобігаючи проходженню газу та частинок твердих речовин крізь кожний U-подібний елемент 100. Альтернативно, підвісні елементи 110 можуть бути практично прямими, не маючи при цьому жодних звужених частин, та кінці кожного підвісного елемента 110 можуть мати з'єднання внапусток або з'єднання у вигляді V-подібного жолоба, або їм подібні з'єднання (не зображено).

Фіг.9-11 демонструють другий варіант здійснення елементів U-подібного сепаратора відбійного типу згідно з цим винаходом, який взагалі позначається 200 та який є варіантом першого варіанта здійснення винаходу, зображеного на фіг.3-8. Головна різниця між сепаратором 200 та сепаратором 100 полягає у тому, що охолоджувана рідиною опорна труба 120 знаходиться зовні колекторної частини сепаратора 200 та розташована у його задній частині, а не у межах колекторної частини.

Як зображено, U-подібний елемент 200 знов складається з набору окремих підвісних елементів 210, кожний з яких має ліву стінку 202, праву стінку 204 та задню стінку 206. Задня стінка 206 має зігнуту частину 208, пригнану так, щоб вона відповідала зовнішньому діаметру охолоджуваної рідиною опорної труби 120. Кожний підвісний елемент 210 має ширину W, глибину D та висоту H. У різних місцях уздовж висоти U-подібного елемента 200 (а також уздовж висоти U-подібного елемента 100) переважно влаштовано стрічки або щити 212, призначені для зберігання форми та вирівнювання U-подібного елемента 200, які також можуть служити (у випадку структури з плитою) для повернення твердих речовин, що падають, назад в U-подібний елемент 200. На діаметрально протилежних кронштейнах 230, приварених до охолоджуваної рідиною опорної труби 120, висять

гаки 270 підвісних елементів 210. За необхідністю, можна застосовувати щит 214, який прикріплюється до задньої частини U-подібного елемента 200 для захисту від ерозії охолоджуваної рідиною опорної труби 120 та підтримувальних кронштейнів 230 та гаків 270. Альтернативно, принаймні, одна охолоджувальна труба 120 може мати стійкі до ерозії засоби, які включають, принаймні, один з далі перелічених: набір шипів, приварених до охолоджувальних труб та покритих покриттям з вогнетривкого матеріалу, керамічний кахель, металеві або керамічні напилени покриття, металеві або керамічні виливки та зварене покриття.

Фіг.12 демонструє вид зверху влаштованих у шаховому порядку сепараторів частинок відбійного типу, у яких застосовано третій варіант здійснення сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента, який взагалі позначається 300, згідно з цим винаходом. Кожний U-подібний елемент 300 містить першу V-подібну частину 302 та другу V-подібну частину 304, яка приєднана до першої V-подібної частини 302. Разом вони оточують охолоджувану рідиною опорну трубу 120 для захисту її від ерозії, разом з цим утворюючи колекторну ділянку, відкриту у напрямку до потоку топкового газу та частинок твердих речовин, який надходить, коли ЦПШ функціонує.

У зображеному випадку перша V-подібна частина 302 відкрита у напрямку до потоку топкового газу та частинок твердих речовин, який надходить, коли ЦПШ функціонує. На охолодженій рідиною опорній трубі 120 передбачені кронштейни 330 для прикріплення до неї U-подібного елемента 300, зберігаючи при цьому бажану відстань між підвісними елементами, що складають U-подібний елемент 300, та охолоджуваною рідиною опорною трубою 120. Це можна зробити для регулювання температури. Набір таких підвісних елементів, кожний з яких має форму, як зображено, буде влаштовано уздовж довжини охолоджуваної рідиною опорної труби 120 для утворення сепаратора 300 частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента.

Фіг.13 демонструє вид зверху влаштованих у шаховому порядку сепараторів — чаїїник відбійного типу згідно з четвертим варіантом здійснення сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента, який взагалі позначено 400.1 знов, першу та другу V-подібні частини 402 та 404, відповідно, влаштовано навколо охолоджуваної рідиною опорної труби 120. Ці частини з'єднані одна з одною, як описано раніше, переважно шляхом зварювання. Проте, зрозуміло, що U-подібний елемент 400, а також U-подібний елемент 300, можна виготовити як суцільний елемент, що має як першу, так і другу V-подібні частини. Кронштейни 430 влаштовано як і у випадку з U-подібним елементом 300. U-подібний елемент 400 відрізняється від U-подібного елемента 300 тим, що він також має передню частину 406 та задню частину 408 у вигляді плит, які з'єднані з першою та другою V-

подібними частинами і які призначені для утримання потоку топкового газу та частинок твердих речовин у певному шляху, що підвищує збиральну ефективність коли потік переміщується крізь ряд сепараторів або U-подібних елементів 400.

Фіг.14,15 та 16 демонструють вид зверху у розрізі п'ятого, шостого та сьомого варіантів здійснення окремого сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента, які відповідно позначено 500, 600 та 700. Різницю між попередніми U-подібними елементами 300 та 400 легко зрозуміти після розглядання фігур. На фіг.14 віддалені кінці першої V-подібної частини 502 мають відбортки 510. Опорні кронштейни 530 підтримують першу 502 та другу 504 V-подібні частини подібно до того, як було описано раніше. Довільно можна також влаштувати передню частину 506 та задню частину 508 у вигляді плит, які з'єднані з першою та другою V-подібними частинами. На фіг.15 замість першої V-подібної частини влаштовано W-подібну частину 602, приєднану до V-подібної частини 604, які взаємодіють, оточуючи охолоджувану рідиною опорну трубу 120, як раніше. Опорні кронштейни 630 підтримують W-подібну 602 та V-подібну 604 частини, як раніше. Нарешті, на фіг.16 можна побачити, що конфігурація та функція U-подібного елемента 700 є по суті такими ж самими, як і U-подібного елемента 600, однак лише з додаванням відбортки 710, як зображено на фіг.14. Як на фіг.15, так і на фіг.16 можна, доволіно, знов застосовувати, якщо це необхідно, передню частину та задню частину у вигляді плит (606, 608 та 706, 708, відповідно), які приєднані до W-подібної та V-подібної частин. На усіх фіг.14-16 можуть бути передбачені численні сегменти, що мають зображені конфігурації, і вони можуть бути підвищеними уздовж вертикальної довжини охолоджуваних рідиною опорних труб 120, утворюючи відповідні сепаратори частинок відбійного типу у формі U-подібних елементів.

На фіг.17 та 18 показані види зверху у розрізі восьмого варіанта здійснення окремого сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента згідно з цим винаходом. На фіг.17 кожний з набору окремих підвісних елементів, що утворюють U-подібний елемент, позначений взагалі 800, є підвищеним попереду та на відстані від мембрани або плити 802, розташованою між та з'єднаною з парою охолоджуваних рідиною опорних труб 120, розташованих позаду підвісного елемента 800. Можна застосовувати болт 804 та гайку 806 для приєднання кожного елемента 800. Після збирання передню частину можна заповнити як шляхом зварювання електрозаклепками, так і шляхом наповнювання стійким до ерозії вогнетривким матеріалом у місці, позначеному як 808. Для розташування пари охолоджуваних рідиною опорних труб 120 задня частина кожного окремого підвісного елемента 800 у формі U-подібного елемента має криву частину 810, пригнану так, щоб вона відповідала зовнішньому діаметру охолоджуваної рідиною опорної труби

120. Альтернативно, як зображено на фіг.18, єдина охолоджувана рідиною опорна труба 120 може підтримувати окремі підвісні елементи, що утворюють U-подібний елемент 850. Тут буде достатньо нарізної шпильки 852, привареної до вершини охолоджуваної рідиною опорної труби 120, та гайки 854. Знов, передню частину у місці, позначеному як 856, можна заповнити для запобігання ерозії цих кріпильних деталей. Зігнута частина 857 на задній частині підвісного елемента 850 у формі U-подібного елемента знов приймає охолоджувану рідиною опорну трубу 120, а ніжки 858 опираються на ребра або плиту 860, щоб підтримувати U-подібний підвісний елемент 850, зберігати його стійкість та належним чином направляти його відносно потоку топкового газу та частинок твердих речовин, що надходять. Елемент 800 або 850 переважно є керамічним виливком, має висоту приблизно 152,4мм - 228,6 мм (6 - 9 дюймів) та вертикально з'єднується внапусток або за допомогою з'єднання у вигляді V-подібного жолоба для запобігання проникненню частинок крізь U-подібні елементи.

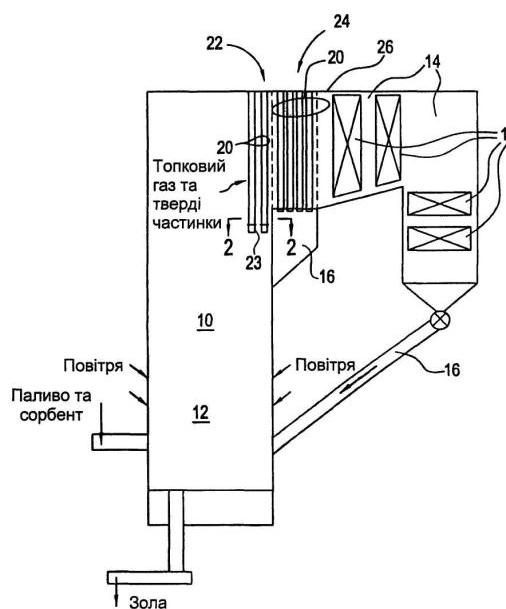
Нарешті, на фіг.19 та 20 показано дев'ятий варіант здійснення окремого сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента, взагалі позначеного 900. У цьому випадку U-подібні підвісні елементи мають H-подібну форму у поперечному перерізі та передню частину 902. Спостереження характеру ерозії під час функціонування у виробничих умовах інших звичайних конструкцій U-подібних елементів вказують на те, що задня частина може, як не дивно, збирати частинки, та, з огляду на це, також влаштовано задню частину 904. Проте, глибина D передньої частини 902 взагалі перебільшує глибину задньої частини 904.

Охолоджувані рідиною опорні труби 120 переважно мають ребра або мембрану 906, чого достатньо для підтримки та вирівнювання H-подібних елементів 900 U-подібних елементів. Знов, повний U-подібний елемент 900 буде складатися з набору окремих підвісних елементів, встановлених уздовж довжини опорних труб 120. Як зображено на фіг.19, крайні кінці передньої та задньої частин 902, 904 є навскісно зрізаними у місцях, позначених 908, як зображено, щоб було можливим теплове розширення.

Охолоджувані рідиною опорні труби 120, які застосовуються у будь-якому з вищезазначених варіантів здійснення винаходу, отже, забезпечують набір підвісних елементів, які складають окремі сепаратори частинок відбійного типу у формі U-подібних елементів, як охолоджуваною опорою, так і їх вирівнювання та охолодження.

Кожний підвісний елемент у різних варіантах здійснення винаходу може бути зроблений з металевого сплаву, керамічних або інших матеріалів, що мають високу теплостійкість. Вони можуть бути єдиною суцільною деталлю або можуть бути виготовленими з окремих деталей, та можуть бути виливками або виготовленими за допомогою екструзії, в залежності від функціональних або економічних вимог.

Незважаючи на те, що специфічні варіанти здійснення цього винаходу були показані та описані докладно з метою ілюстрування застосування принципів винаходу, фахівці у галузі відзначають, що можна зробити зміни у формі винаходу, що охоплюються наступною формулою винаходу, без відходу від цих принципів. Наприклад, цей винахід можна застосовувати до нової конструкції, що використовує реактори або камери згоряння з циркулюючим псевдозрідженим шаром, або для заміни, ремонту або модифікації існуючих реакторів або камер згоряння з циркулюючим псевдо зрідженим шаром. У деяких варіантах здійснення винаходу певні ознаки винаходу можна іноді застосовувати успішно, не застосовуючи при цьому інші відповідні ознаки. Отже, усі такі зміни та варіанти здійснення належним чином відповідають обсягу наступної формули винаходу.



Фіг. 1

17

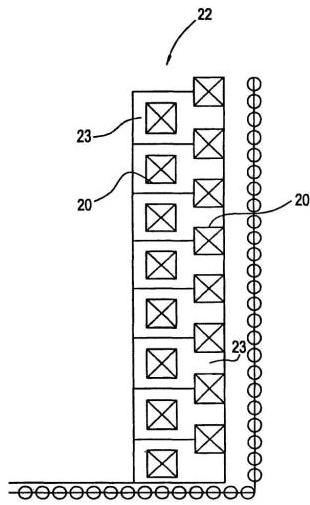


Fig. 2

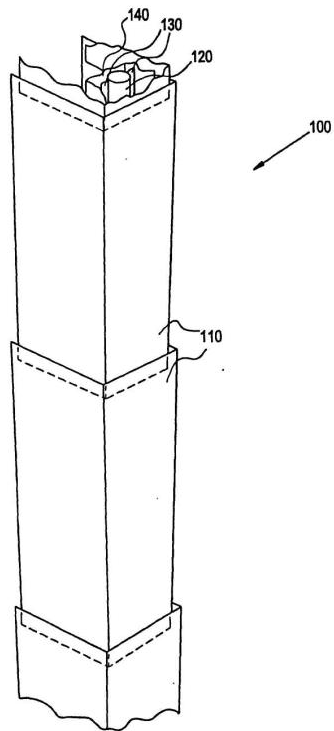


Fig. 3

81217

18

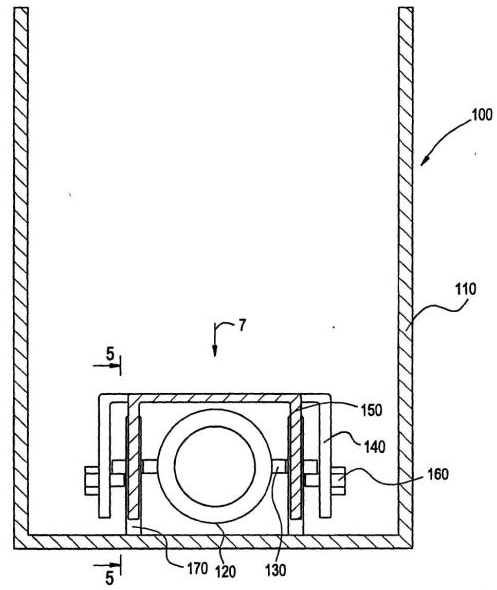


Fig. 4

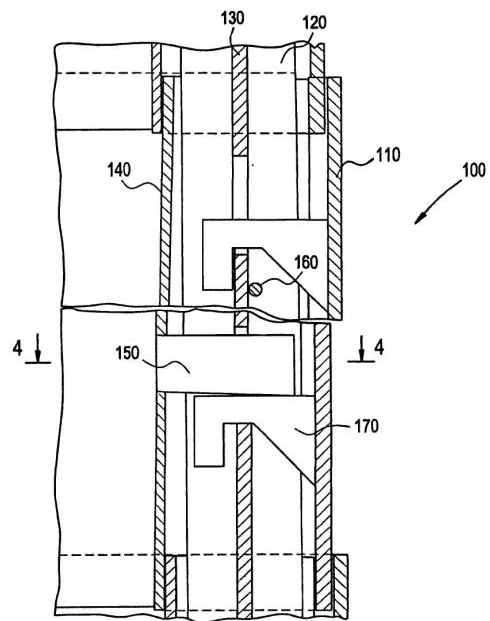


Fig. 5

19

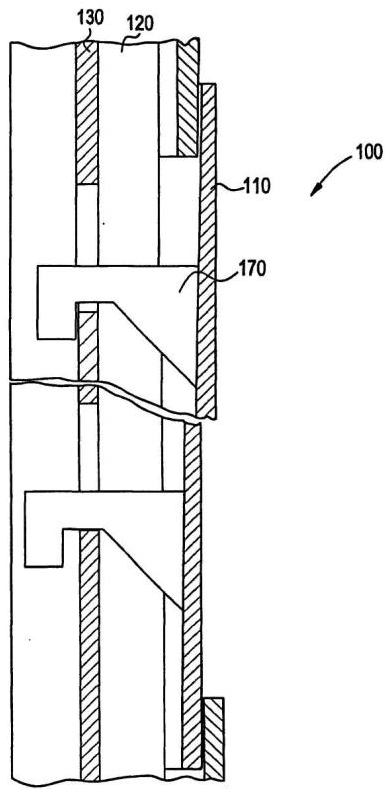


Fig. 6

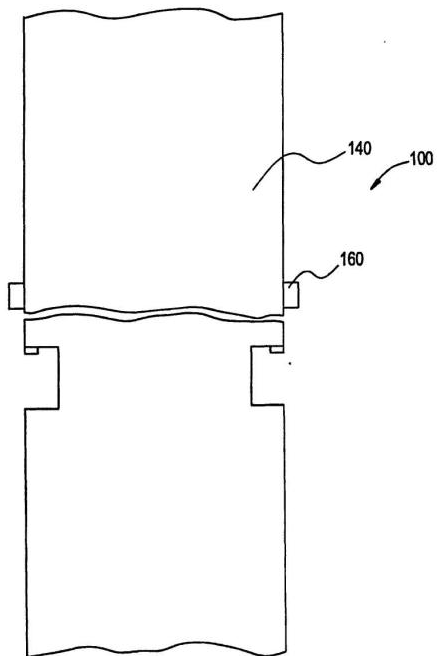


Fig. 7

81217

20

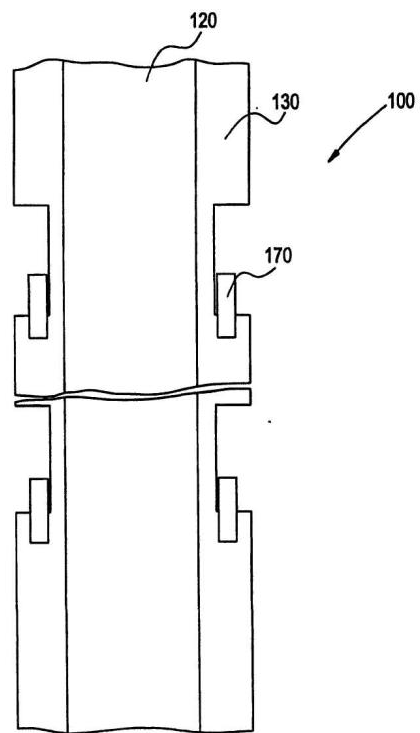


Fig. 8

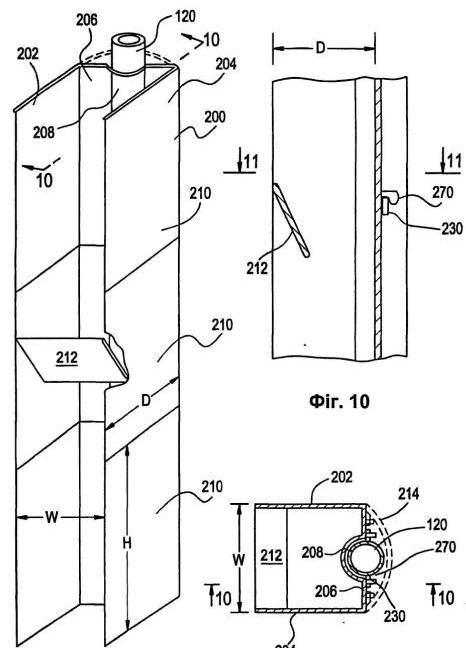
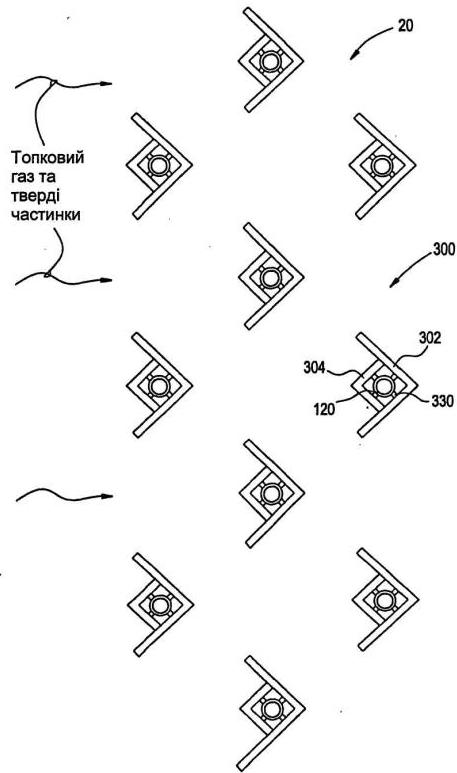
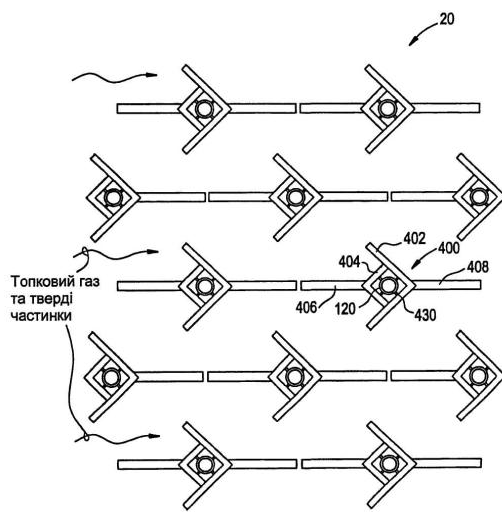


Fig. 9

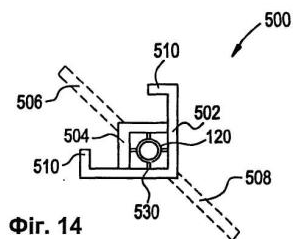
Fig. 11



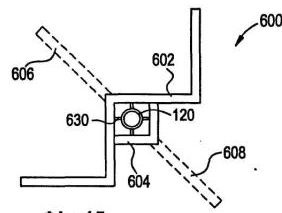
Фиг. 12



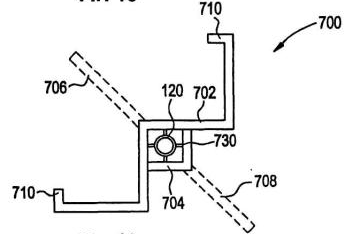
Фиг. 13



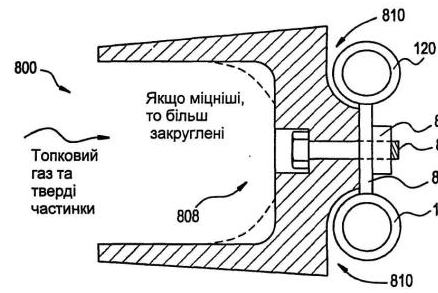
Фиг. 14



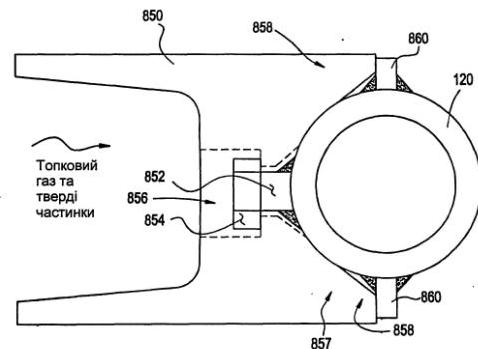
Фиг. 15



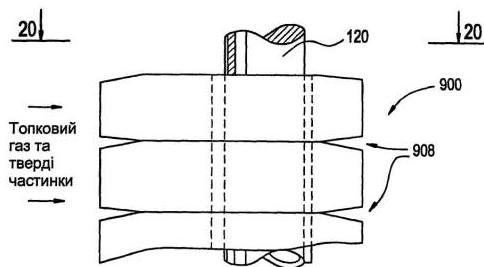
Фиг. 16



Фиг. 17



Фиг. 18



Фиг. 19

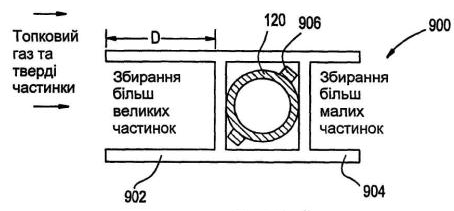


Fig. 20