



УКРАЇНА

(19) UA (11) 84251 (13) C2

(51) МПК (2006)

F27B 15/00

B01D 45/08 (2008.01)

F23C 10/00

F28F 1/10

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

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

1

(21) 2002054201

(22) 22.05.2002

(24) 10.10.2008

(31) 09/865,609

(32) 25.05.2001

(33) US

(46) 10.10.2008, Бюл.№ 19, 2008 р.

(72) ДЕЙВІД ДЖ. УОЛКЕР, САНДАРА М. КАВІ-
ДАСС, МИХАІЛ МАРІАМЧИК, ФЕЛІКС БЕЛІН,
КІПЛІН СІ. АЛЕКСАНДЕР, ДЕЙВІД Р. ГІББС,
ДЕЙВІД І. ДЖЕЙМС, ДОНАЛД Л. ВІЦКЕ

(73) ДЗЕ БЕБКОК ЕНД УІЛКОКС КОМПАНІ

(56) UA 25860, B01D45/08, 26.09.94

SU 1327932, B01D45/08, 07.08.87

GB 886194, F28F1/04, 03.01.62

RU 2127401, F23C11/02, 10.03.99

WO 0068615, F22B31/00, 16.11.2000

(57) 1. Пристрій для відділення твердих речовин від топкового газу у котлі з циркулюючим псевдозрідженим шаром, який містить набір вертикальних сепараторів частинок відбійного типу, розташованих у межах котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, при цьому сепаратори частинок відбійного типу розташовано суміжно та на відстані один від одного по горизонталі з утворенням декількох рядів, розташованих у шаховому порядку, при цьому кожен сепаратор частинок відбійного типу містить набір вертикальних охолоджувальних труб для переміщення крізь них охолоджувального середовища, який відрізняється тим, що містить набір ковзним чином посаджених елементів, що мають отвори, які приймають та оточують охолоджувальні труби, при цьому ковзним чином посажені елементи встановлено з можливістю взаємодії один з одним, утворюючи колекторний канал уздовж охолоджувальних труб, утворений бічними стінками та задньою стінкою, при цьому бічні стінки та задня стінка мають набір окремих розташованих в один ряд по вертикалі сегментів уздовж висоти сепаратора частинок відбійного типу, при цьому кожен сегмент, розташований у вертикальному ряді, з'єднаний на своїх кінцях з суміжним сегментом.

2

2. Пристрій за п.1, який відрізняється тим, що суміжні розташовані у один ряд по вертикалі сегменти зістиковані на з'єднаннях внапусток.

3. Пристрій за п.1, який відрізняється тим, що перший кінець бічної стінки перекривається з другим кінцем задньої стінки, причому вони зістиковані на з'єднаннях внапусток.

4. Пристрій за п.1, який відрізняється тим, що набір ковзним чином посаджених елементів, що взаємодіють один з одним, утворює набір вертикальних сепараторів частинок відбійного типу, що мають U-подібну, E-подібну, W-подібну або будь-яку подібну угнуту або чашоподібну форму у поперечному перерізі.

5. Пристрій за п.1, який відрізняється тим, що бічні стінки та задня стінка зібрані з двох сегментів, що мають L-подібну форму у поперечному перерізі, при цьому два сегменти мають кінці, що перекриваються та зістиковуються на з'єднанні внапусток.

6. Пристрій за п.1, який відрізняється тим, що ковзним чином посажені елементи виготовлені з металу або кераміки.

7. Пристрій для відділення твердих речовин від топкового газу у котлі з циркулюючим псевдозрідженим шаром, який містить набір вертикальних сепараторів частинок відбійного типу, розташованих у межах котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, при цьому сепаратори частинок відбійного типу розташовано суміжно та на відстані один від одного по горизонталі з утворенням принаймні двох рядів, розташованих у шаховому порядку, при цьому кожен сепаратор частинок відбійного типу містить набір вертикальних охолоджувальних труб для переміщення крізь них охолоджувального середовища, який відрізняється тим, що охолоджувальні труби набору, які утворюють окремий сепаратор частинок відбійного типу, з'єднані одна з одною, утворюючи єдину структуру, при цьому принаймні одна з охолоджувальних труб в окремому сепараторі частинок відбійного типу є зігнутою та спрямованою біля його нижньої частини, утворюючи піддон для запобіган-

(13) C2

(11) 84251

(19) UA

ня проходженню газу повз нижнього кінця сепаратора частинок відбійного типу.

8. Пристрій за п.7, який **відрізняється** тим, що вертикальні сепаратори частинок відбійного типу мають U-подібну, E-подібну, W-подібну, V-подібну або будь-яку подібну угнуту або чашоподібну форму у поперечному перерізі.

9. Пристрій за п.7, який **відрізняється** тим, що набір охолоджувальних труб, які утворюють окремий сепаратор частинок відбійного типу та з'єднані одна з одною проміжною центральною пластиною або стрічкою, привареною принаймні переривчасто між та уздовж суміжних охолоджувальних труб, утворює єдину структуру.

10. Пристрій за п.7, який **відрізняється** тим, що охолоджувальні труби з принаймні двох рядів є сполученими за потоком у верхній та нижній частинах сепараторів частинок відбійного типу із загальним трубопроводом.

11. Пристрій за п.7, який **відрізняється** тим, що охолоджувальні труби з принаймні двох рядів є сполученими за потоком у верхній та нижній частинах сепараторів частинок відбійного типу з окремими трубопроводами.

12. Пристрій за п.7, який **відрізняється** тим, що охолоджувальні труби забезпечені стійким до ерозії засобом, який містить принаймні одне з наступних: набір шипів, приварених до охолоджувальних труб та покритих покриттям з вогнетривкого матеріалу, керамічний кахель, металеві або керамічні напилени покриття, металеві або керамічні виливки, наварене покриття та щити.

13. Пристрій для відділення твердих речовин від топкового газу у котлі з циркулюючим псевдозрідженим шаром, який містить набір вертикальних сепараторів частинок відбійного типу, розташованих у межах котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, при цьому сепаратори частинок відбійного типу розташовано суміжно та на відстані один від одного по горизонталі з утворенням принаймні двох рядів, розташованих у шаховому порядку, при цьому кожен сепаратор частинок відбійного типу містить набір вертикальних охолоджувальних труб для переміщення крізь них охолоджувального середовища, який **відрізняється** тим, що охолоджувальні труби набору, які утворюють окремий сепаратор частинок відбійного типу, з'єднані одна з одною, утворюючи єдину структуру, при цьому набір охолоджувальних труб, що утворюють окремий сепаратор частинок відбійного типу, містить шевроноподібний колекторний елемент.

14. Пристрій за п.13, який **відрізняється** тим, що шевроноподібний колекторний елемент має першу частину, що простягається практично паралельно потоку топкового газу та частинок твердих речовин під час функціонування, та другу частину, яка з'єднана з першою частиною та яка простягається під кутом θ відносно першої частини.

15. Пристрій за п.14, який **відрізняється** тим, що кут θ знаходиться у діапазоні від приблизно 10° до приблизно 90° .

16. Пристрій за п.14, який **відрізняється** тим, що містить принаймні одну відхильну пластину, що простягається між першою та другою частинами.

17. Пристрій за п.14, який **відрізняється** тим, що перші частини шевроноподібних колекторних елементів у наступних рядах з'єднані разом, утворюючи окремі паралельні шляхи для потоку газу і твердих речовин.

18. Пристрій за п.13, який **відрізняється** тим, що шевроноподібний колекторний елемент має першу частину, що простягається практично паралельно потоку топкового газу та частинок твердих речовин під час функціонування, та другу частину, що з'єднана з першою частиною та має форму, яка є арко- або сегментоподібною.

19. Пристрій за п.13, який **відрізняється** тим, що охолоджувальні труби з принаймні двох рядів сполучені за потоком із загальним трубопроводом у верхній та нижній частинах сепараторів частинок відбійного типу.

20. Пристрій за п.13, який **відрізняється** тим, що охолоджувальні труби з принаймні двох рядів сполучені за потоком з окремими трубопроводами у верхній та нижній частинах сепараторів частинок відбійного типу.

21. Пристрій за п.13, який **відрізняється** тим, що охолоджувальні труби забезпечені стійким до ерозії засобом, який містить принаймні одне з наступних: набір шипів, приварених до охолоджувальних труб та покритих покриттям з вогнетривкого матеріалу, керамічний кахель, металеві або керамічні напилени покриття, металеві або керамічні виливки, наварене покриття та щити.

22. Пристрій для відділення твердих речовин від топкового газу у котлі з циркулюючим псевдозрідженим шаром, який містить набір вертикальних сепараторів частинок відбійного типу, розташованих у межах газового каналу котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, при цьому сепаратори частинок відбійного типу розташовано суміжно та на відстані один від одного по горизонталі з утворенням принаймні двох рядів, розташованих у шаховому порядку, при цьому кожен сепаратор частинок відбійного типу містить набір вертикальних охолоджувальних труб для переміщення крізь них охолоджувального середовища, який **відрізняється** тим, що принаймні три суміжні охолоджувальні труби утворюють кожну сторону кожного сепаратора, при цьому охолоджувальні труби набору, які утворюють окремий сепаратор частинок відбійного типу, з'єднані одна з одною проміжною центральною пластиною або стрічкою, привареною принаймні переривчасто між та уздовж суміжних охолоджувальних труб, утворюючи єдину структуру, при цьому суміжні охолоджувальні труби з'єднані одна з одною на відстані, при якій максимальна температура вказаної центральної пластини або стрічки, коли котел функціонує, не перебільшує граничну температуру окиснення матеріалу центральної пластини або стрічки.

23. Пристрій за п.22, який **відрізняється** тим, що нижні кінці охолоджувальних труб з принаймні двох рядів простягаються до дна, розташованого безпосередньо нижче розміщених у шаховому порядку рядів сепараторів частинок відбійного типу, яке утворює газовий канал котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром.

24. Пристрій за п.23, який **відрізняється** тим, що нижні кінці суміжних охолоджувальних труб, що утворюють сепаратори частинок відбійного типу, сполучені за потоком один з одним, утворюючи вигин у 180° .

25. Пристрій за п.23, який **відрізняється** тим, що нижні кінці охолоджувальних труб, що утворюють протилежні сторони сепараторів частинок відбійного типу, сполучені за потоком один з одним, утворюючи вигин у 180° .

26. Пристрій за п.23, який **відрізняється** тим, що нижні кінці охолоджувальних труб, що утворюють окремий сепаратор частинок відбійного типу, сполучені за потоком із загальним трубопроводом, розташованим біля днища газового каналу.

27. Пристрій за п.22, який **відрізняється** тим, що охолоджувальні труби забезпечені стійким до ерозії засобом, який містить принаймні одне з наступних: набір шипів, приварених до охолоджувальних труб та покритих покриттям з вогнетривкого матеріалу, керамічний кахель, металеві або керамічні напилени покриття, металеві або керамічні виливки, наварене покриття та щити.

28. Пристрій за п.22, який **відрізняється** тим, що містить виливки, що надягаються, які приймають та оточують набір вертикальних охолоджувальних труб, при цьому кожний виливок, що надягається, має гребінь та відповідний до нього паз для взаємного центрування суміжних виливків.

29. Пристрій за п.22, який **відрізняється** тим, що містить виливки, що надягаються на болти та які кріпляться до сепараторів частинок відбійного типу болтами, які проходять через проміжні металеві центрувальні пластини або стрічки, що утримують охолоджувальні труби суміжними одна до одної.

30. Пристрій для відділення твердих речовин від топкового газу у котлі з циркулюючим псевдозрідженим шаром, який містить набір вертикальних сепараторів частинок відбійного типу, розташованих у межах котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, при цьому сепаратори частинок відбійного типу розташовано суміжно та на відстані один від одного по горизонталі з утворенням принаймні двох рядів, розташованих у шаховому порядку, при цьому кожен сепаратор частинок відбійного типу містить набір вертикальних охолоджувальних труб для переміщення крізь них охолоджувального середовища, який **відрізняється** тим, що охолоджувальні труби набору, які утворюють окремий сепаратор частинок відбійного типу, з'єднані одна з одною, утворюючи єдину структуру, при цьому набір охолоджувальних труб, що утворюють окремий сепаратор частинок відбійного типу, містить шевроноподібний колекторний елемент, який містить ребра, приварені до охолоджуваних труб з регулярними інтервалами для утворення звивистого шляху для потоку топкового газу і твердих речовин, що надходить.

31. Пристрій за п.30, який **відрізняється** тим, що набір вертикальних охолоджувальних труб забезпечений стійким до ерозії засобом, який містить принаймні одне з наступних: набір шипів, приварених до охолоджувальних труб та покритих покриттям з вогнетривкого матеріалу, керамічний кахель, металеві або керамічні напилени покриття,

металеві або керамічні виливки, наварене покриття та щити.

32. Пристрій для відділення твердих речовин від топкового газу у котлі з циркулюючим псевдозрідженим шаром, який містить набір вертикальних сепараторів частинок відбійного типу, розташованих у межах котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, при цьому сепаратори частинок відбійного типу розташовано суміжно та на відстані один від одного по горизонталі з утворенням принаймні двох рядів, розташованих у шаховому порядку, при цьому кожен сепаратор частинок відбійного типу містить набір вертикальних охолоджувальних труб для переміщення крізь них охолоджувального середовища, який **відрізняється** тим, що охолоджувальні труби виконані у вигляді прямокутних трубчастих елементів, які приварені один до одного, утворюючи єдину структуру.

33. Пристрій для відділення твердих речовин від топкового газу у котлі з циркулюючим псевдозрідженим шаром, який містить набір вертикальних сепараторів частинок відбійного типу, розташованих у межах газового каналу котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, при цьому сепаратори частинок відбійного типу розташовано суміжно та на відстані один від одного по горизонталі з утворенням принаймні двох рядів, розташованих у шаховому порядку, при цьому кожен сепаратор частинок відбійного типу містить набір вертикальних охолоджувальних труб для переміщення крізь них охолоджувального середовища, який **відрізняється** тим, що охолоджувальні труби набору, які утворюють окремий сепаратор частинок відбійного типу, є омегоподібними трубами, які з'єднані одна з одною і утворюють єдину структуру.

34. Пристрій для відділення твердих речовин від топкового газу у котлі з циркулюючим псевдозрідженим шаром, який містить набір вертикальних сепараторів частинок відбійного типу, розташованих у межах газового каналу котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, при цьому сепаратори частинок відбійного типу розташовано суміжно та на відстані один від одного по горизонталі з утворенням принаймні двох рядів, розташованих у шаховому порядку, при цьому кожен сепаратор частинок відбійного типу містить набір вертикальних охолоджувальних труб для переміщення крізь них охолоджувального середовища, який **відрізняється** тим, що принаймні три охолоджувальні труби утворюють кожну сторону кожного сепаратора, при цьому охолоджувальні труби набору, які утворюють окремий сепаратор частинок відбійного типу, з'єднані одна з одною, утворюючи єдину структуру, а нижня частина кожної з охолоджувальних труб має частину зі зменшеним діаметром для запобігання ерозії цієї нижньої частини.

35. Пристрій за п.34, який **відрізняється** тим, що містить фігурний кахель, що покриває частину зі зменшеним діаметром кожної з охолоджувальних труб, щоб захистити зазначену частину від ерозії.

36. Пристрій за п.35, який **відрізняється** тим, що містить стійкий до ерозії вогнетривкий матеріал на тій частині нижньої частини охолоджувальних

труб, що розташована нижче частини зі зменшеним діаметром.

37. Пристрій за будь-яким із пп.1, 7, 22, 30, 32, 33 та 34, який **відрізняється** тим, що містить принаймні одну відхильну пластину, яка простягається між сторонами кожного елемента сепаратора.

Ця заявка є частковим продовженням заявки США за серійним номером 09/613132, яку подано 10 липня 2000 року, та яка має назву "Канал для збирання частинок з охолоджувальними внутрішніми елементами у котлі з циркулюючим псевдозрідженим шаром (ЦПШ)". Цю первинну заявку за серійним номером 09/613132 включено сюди у її повному обсязі шляхом посилання. Якщо не стверджується інше, визначення термінів у заявці за серійним номером 09/613132 є чинними також і для цього опису.

Цей винахід відноситься, взагалі, до будівництва котлів з циркулюючим псевдозрідженим шаром (ЦПШ) та, зокрема, до удосконалених конструкцій сепараторів частинки 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. [Дивись, наприклад, патенти США за номером 5 799 593, 4 992 085 та 4 891 052, автори BeMn 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 уперек 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 утворен-

38. Пристрій за будь-яким із пп.1, 13, 22, 30, 32, 33 та 34, який **відрізняється** тим, що містить піддон або щит біля нижніх кінців сепараторів частинок відбійного типу для того, щоб топкові гази та захоплені частинки не оминали сепаратори частинок відбійного типу.

ня 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 прийнятних 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 виникнення 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 різні схеми влаштування охолоджуваних рідиною труб, які застосовуються для утворення сепараторів частинок відбійного типу, які звичайно мають U-подібну форму та які можуть також мати W-подібну, E-подібну, V-подібну або інші форми. Такі сепаратори частинок відбійного типу знаходять особливе застосування у котлах або реакторах з циркулюючим псевдозріденим шаром (ЦПШ).

Отже, один аспект цього винаходу стосується пристрою для відділення твердих речовин від топкового газу у котлі з циркулюючим псевдозріденим шаром (ЦПШ). В одному варіанті здійснення винаходу пристрій містить набір вертикальних сепараторів частинок відбійного типу, розташованих у межах котла з ЦПШ. Сепаратори частинок відбійного типу розташовані суміжно та на відстані один від одного по горизонталі з утворенням декількох рядів, розташованих у шаховому порядку. Кожний сепаратор частинок відбійного типу містить набір вертикальних охолоджувальних труб для переміщення крізь них охолоджувального середовища. Передбачено набір ковзним чином посаджених елементів, що мають отвори, які приймають та оточують охолоджувальні труби, при цьому ковзним чином посаджені елементи взаємодіють один з одним, утворюючи колекторний канал уздовж довжини охолоджуваних труб, утворений бічними стінками та задньою стінкою. Бічні стінки та задня стінка мають набір окремих розташованих в один ряд по вертикалі сегментів уздовж висоти сепаратора частинок відбійного типу, при цьому кожен сегмент, розташований у вертикальному ряді, з'єднаний на своїх кінцях з суміжним сегментом.

В окремих випадках виконання пристрій, що заявляється, має наступні суттєві відмітні ознаки:

- суміжні розташовані в один ряд по вертикалі сегменти зістиковані на з'єднаннях внапусток;
- перший кінець бічної стінки перекривається з другим кінцем задньої стінки, та перший кінець та другий кінець зістиковані на з'єднаннях внапусток;
- набір ковзним чином посаджених елементів, що взаємодіють один з одним, утворює набір вертикальних сепараторів частинок відбійного типу, що мають U-подібну, E-подібну, W-подібну або будь-яку подібну угнуту або чашоподібну форму у поперечному перерізі;
- бічні стінки та задня стінка далі зібрані з двох сегментів, що мають L-подібну форму у поперечному перерізі, при цьому два сегменти мають кінці, що перекриваються та зістиковуються на з'єднанні внапусток;
- ковзним чином посаджені елементи вироблені з металу або кераміки;
- пристрій містить, принаймні, одну відхилену пластину, що простягається між сторонами кожного елемента сепаратора;

- пристрій містить піддон, або щит, біля нижніх кінців сепараторів частинок відбійного типу для того, щоб топкові гази та захоплені частинки не минали сепаратори частинок відбійного типу.

Інший аспект цього винаходу стосується пристрою для відділення твердих речовин від топкового газу у котлі з циркулюючим псевдозріденим шаром (ЦПШ). У цьому варіанті здійснення винаходу пристрій містить набір вертикальних сепараторів частинок відбійного типу, розташованих у межах котла з ЦПШ. Сепаратори частинок відбійного типу розташовано суміжно та на відстані один від одного по горизонталі з утворенням, принаймні, двох рядів, розташованих у шаховому порядку. Кожний сепаратор частинок відбійного типу містить набір вертикальних охолоджувальних труб для переміщення крізь них охолоджувального середовища. Набір охолоджувальних труб, які утворюють окремий сепаратор частинок відбійного типу та приєднаних або з'єднаних одна з одною, утворює єдину структуру. Набір шипів можна приварити до труб, а потім нанести на них покриття вогнетривкого матеріалу. Можна застосовувати інші механізми забезпечення стійкості до ерозії, такі як кахель, металеві або керамічні напилені покриття, металеві або керамічні виливки, зварене покриття та щити.

Згідно з наступним варіантом заявляється пристрій для відділення твердих речовин від топкового газу у котлі з циркулюючим псевдозріденим шаром (ЦПШ), який містить набір вертикальних сепараторів частинок відбійного типу, розташованих у межах котла з ЦПШ, при цьому сепаратори частинок відбійного типу розташовано суміжно та на відстані один від одного по горизонталі з утворенням, принаймні, двох рядів, розташованих у шаховому порядку, при цьому кожен сепаратор частинок відбійного типу містить набір вертикальних охолоджувальних труб для переміщення крізь них охолоджувального середовища, при цьому набір охолоджувальних труб, які утворюють окремий сепаратор частинок відбійного типу та з'єднаних одна з одною, утворює єдину структуру, та де, принаймні, одна з охолоджувальних труб в окремому сепараторі частинок відбійного типу є зігнутою та спрямованою біля його нижньої частини, утворюючи піддон для того, щоб запобігти проходженню газу мимо нижнього кінця сепаратора частинок відбійного типу.

В окремих випадках виконання пристрій, що заявляється, має наступні суттєві відмітні ознаки:

- вертикальні сепаратори частинок відбійного типу мають U-подібну, E-подібну, W-подібну, V-подібну або будь-яку подібну угнуту або чашоподібну форму у поперечному перерізі;
- набір охолоджувальних труб, які утворюють окремий сепаратор частинок відбійного типу та з'єднаних одна з одною проміжною трубоцентрувальною пластиною або стрічкою, привареною, принаймні, переривчасто між та уздовж суміжних охолоджувальних труб, утворює єдину структуру;
- охолоджувальні труби з, принаймні, двох рядів є сполученими по потоку у верхній та нижній частинах сепараторів частинок відбійного типу із загальним трубопроводом;

- охолоджувальні труби з, принаймні, двох рядів є сполученими по потоку у верхній та нижній частинах сепараторів частинок відбійного типу з окремими трубопроводами;

- охолоджувальні труби забезпечені стійким до ерозії засобом, який містить, принаймні, один з наступних: набір шипів, приварених до охолоджувальних труб та покритих покриттям з вогнетривкого матеріалу, керамічний кахель, металеві або керамічні напилені покриття, металеві або керамічні виливки, зварене покриття та щити;

- пристрій містить, принаймні, одну відхилівну пластину, що простягається між сторонами кожного елемента сепаратора.

Згідно з подальшим варіантом заявляється пристрій для відділення твердих речовин від топкового газу у котлі з циркулюючим псевдозрідженим шаром (ЦПШ), який містить набір вертикальних сепараторів частинок відбійного типу, розташованих у межах котла з ЦПШ, при цьому сепаратори частинок відбійного типу розташовано суміжно та на відстані один від одного по горизонталі з утворенням, принаймні, двох рядів, розташованих у шаховому порядку, при цьому кожен сепаратор частинок відбійного типу містить набір вертикальних охолоджувальних труб для переміщення крізь них охолоджувального середовища, при цьому набір охолоджувальних труб, які утворюють окремий сепаратор частинок відбійного типу та з'єднаних одна з одною, утворює єдину структуру, та де набір охолоджувальних труб, що утворюють окремий сепаратор частинок відбійного типу, містить шевроноподібний колекторний елемент.

В окремих випадках виконання пристрій, що заявляється, має наступні суттєві відмітні ознаки:

- шевроноподібний колекторний елемент має першу частину, що простягається практично паралельно потоку топкового газу та частинок твердих речовин під час функціонування, та другу частину, яка з'єднана з першою частиною та яка простягається під кутом θ відносно першої частини;

- кут θ знаходиться у діапазоні від приблизно 10° до приблизно 90° ;

- пристрій містить, принаймні, одну відхилівну пластину, що простягається між першою та другою частинами;

- перші частини шевроноподібних колекторних елементів у наступних рядах з'єднані разом, утворюючи окремі паралельні шляхи для потоку газу/твердих речовин;

- шевроноподібний колекторний елемент має першу частину, що простягається практично паралельно потоку топкового газу та частинок твердих речовин під час функціонування, та другу частину, що з'єднана з першою частиною та має форму, яка є аркоподібною або сегментованою;

- охолоджувальні труби з, принаймні, двох рядів є сполученими по потоку у верхній та нижній частинах сепараторів частинок відбійного типу із загальним трубопроводом;

- охолоджувальні труби з, принаймні, двох рядів є сполученими по потоку у верхній та нижній частинах сепараторів частинок відбійного типу з окремими трубопроводами;

- охолоджувальні труби забезпечені стійким до ерозії засобом, який містить, принаймні, один з наступних: набір шипів, приварених до охолоджувальних труб та покритих покриттям з вогнетривкого матеріалу, керамічний кахель, металеві або керамічні напилені покриття, металеві або керамічні виливки, зварене покриття та щити;

- пристрій містить піддон, або щит, біля нижніх кінців сепараторів частинок відбійного типу для того, щоб топкові гази та захоплені частинки не минали сепаратори частинок відбійного типу.

Згідно з подальшим варіантом заявляється пристрій для відділення твердих речовин від топкового газу у котлі з циркулюючим псевдозрідженим шаром (ЦПШ), який містить набір вертикальних сепараторів частинок відбійного типу, розташованих у межах газового каналу котла з ЦПШ, при цьому сепаратори частинок відбійного типу розташовано суміжно та на відстані один від одного по горизонталі з утворенням, принаймні, двох рядів, розташованих у шаховому порядку, при цьому кожен сепаратор частинок відбійного типу містить набір вертикальних охолоджувальних труб для переміщення крізь них охолоджувального середовища, при цьому, принаймні, три суміжні охолоджувальні труби утворюють кожну сторону кожного сепаратора, при цьому набір охолоджувальних труб, що утворюють окремий сепаратор частинок відбійного типу та з'єднаних одна з одною проміжною трубоцентрувальною пластиною або стрічкою, привареною, принаймні, переривчасто між та уздовж суміжних охолоджувальних труб, утворює єдину структуру, та де максимальна температура центрувальної пластини або стрічки, коли котел з ЦПШ функціонує, не перебільшує граничну температуру окиснення матеріалу, що утворює мембранну стрічку.

В окремих випадках виконання пристрій, що заявляється, має наступні суттєві відмітні ознаки:

- нижні кінці охолоджувальних труб з, принаймні, двох рядів простягаються до днища, розташованого безпосередньо нижче розміщених у шаховому порядку рядів сепараторів частинок відбійного типу, яке утворює газовий канал котла з ЦПШ;

- нижні кінці суміжних охолоджувальних труб, що утворюють сепаратори частинок відбійного типу, сполучені по потоку один з одним, утворюючи вигин у 180° ;

- нижні кінці охолоджувальних труб, що утворюють протилежні сторони сепараторів частинок відбійного типу, сполучені по потоку один з одним, утворюючи вигин у 180° ;

- нижні кінці охолоджувальних труб, що утворюють окремий сепаратор частинок відбійного типу, сполучені по потоку із загальним трубопроводом, розташованим біля днища газового каналу;

- охолоджувальні труби забезпечені стійким до ерозії засобом, який містить, принаймні, один з наступних: набір шипів, приварених до охолоджувальних труб та покритих покриттям з вогнетривкого матеріалу, керамічний кахель, металеві або керамічні напилені покриття, металеві або керамічні виливки, зварене покриття та щити;

- пристрій містить виливки, що надягаються, які приймають та оточують набір вертикальних охолоджувальних труб, при цьому кожний виливок, що надягається, має елемент для сприяння центруванню суміжних виливків;

- пристрій містить виливки, що надягаються на болти та які кріпляться до сепараторів частинок відбійного типу болтами, які проходять через проміжні металеві трубоцентрувальні пластини, або мембрану, що утримують охолоджувальні труби суміжними одна до одної;

- пристрій містить, принаймні, одну відхилівну пластину, що простягається між сторонами кожного елемента сепаратора;

- пристрій містить піддон, або щит, біля нижніх кінців сепараторів частинок відбійного типу для того, щоб топкові гази та захоплені частинки не минали сепаратори частинок відбійного типу.

Згідно з іще одним варіантом заявляється пристрій для відділення твердих речовин від топкового газу у котлі з циркулюючим псевдозрідженим шаром (ЦПШ), який містить набір вертикальних сепараторів частинок відбійного типу, розташованих у межах котла з ЦПШ, при цьому сепаратори частинок відбійного типу розташовано суміжно та на відстані один від одного по горизонталі з утворенням, принаймні, двох рядів, розташованих у шаховому порядку, при цьому кожен сепаратор частинок відбійного типу містить набір вертикальних охолоджувальних труб для переміщення крізь них охолоджувального середовища, при цьому набір охолоджувальних труб, що утворюють окремий сепаратор частинок відбійного типу та з'єднаних одна з одною, утворює єдину структуру, та де набір охолоджувальних труб, що утворюють окремий сепаратор частинок відбійного типу, містить шевроноподібний колекторний елемент, який містить ребра, приварені до охолоджуваних труб з регулярними інтервалами для утворення звивистого шляху для потоку топкового газу/твердих речовин, що надходить.

В окремих випадках виконання пристрій, що заявляється, має наступні суттєві відмітні ознаки:

- набір вертикальних охолоджувальних труб забезпечений стійким до ерозії засобом, який містить, принаймні, один з наступних: набір шпів, приварених до охолоджувальних труб та покритих покриттям з вогнетривкого матеріалу, керамічний кахель, металеві або керамічні напилени покриття, металеві або керамічні виливки, зварене покриття та щити;

- пристрій містить, принаймні, одну відхилівну пластину, що простягається між сторонами кожного елемента сепаратора;

- пристрій містить піддон, або щит, біля нижніх кінців сепараторів частинок відбійного типу для того, щоб топкові гази та захоплені частинки не минали сепаратори частинок відбійного типу.

Згідно з подальшим варіантом заявляється пристрій для відділення твердих речовин від топкового газу у котлі з циркулюючим псевдозрідженим шаром (ЦПШ), який містить набір вертикальних сепараторів частинок відбійного типу, розташованих у межах котла з ЦПШ, при цьому сепаратори частинок відбійного типу розташовано

суміжно та на відстані один від одного по горизонталі з утворенням, принаймні, двох рядів, розташованих у шаховому порядку, при цьому кожен сепаратор частинок відбійного типу містить набір вертикальних прямокутних трубчастих елементів для переміщення крізь них охолоджувального середовища, при цьому прямокутні трубчасті елементи приварені один до одного, утворюючи єдину структуру.

В окремих випадках виконання пристрій, що заявляється, має наступні суттєві відмітні ознаки:

- пристрій містить, принаймні, одну відхилівну пластину, що простягається між сторонами кожного елемента сепаратора;

- пристрій містить піддон, або щит, біля нижніх кінців сепараторів частинок відбійного типу для того, щоб топкові гази та захоплені частинки не минали сепаратори частинок відбійного типу.

Згідно з іще одним подальшим варіантом заявляється пристрій для відділення твердих речовин від топкового газу у котлі з циркулюючим псевдозрідженим шаром (ЦПШ), який містить набір вертикальних сепараторів частинок відбійного типу, розташованих у межах газового каналу котла з ЦПШ, при цьому сепаратори частинок відбійного типу розташовано суміжно та на відстані один від одного по горизонталі з утворенням, принаймні, двох рядів, розташованих у шаховому порядку, при цьому кожен сепаратор частинок відбійного типу містить набір вертикальних охолоджувальних труб для переміщення крізь них охолоджувального середовища, та де набір охолоджувальних труб, що утворюють окремий сепаратор частинок відбійного типу та є з'єднаними одна з одною омега-подібними трубами, утворює єдину структуру.

В окремих випадках виконання пристрій, що заявляється, має наступні суттєві відмітні ознаки:

- пристрій містить, принаймні, одну відхилівну пластину, що простягається між сторонами кожного елемента сепаратора;

- пристрій містить піддон, або щит, біля нижніх кінців сепараторів частинок відбійного типу для того, щоб топкові гази та захоплені частинки не минали сепаратори частинок відбійного типу.

Згідно з іще одним подальшим варіантом заявляється пристрій для відділення твердих речовин від топкового газу у котлі з циркулюючим псевдозрідженим шаром (ЦПШ), який містить набір вертикальних сепараторів частинок відбійного типу, розташованих у межах газового каналу котла з ЦПШ, при цьому сепаратори частинок відбійного типу розташовано суміжно та на відстані один від одного по горизонталі з утворенням, принаймні, двох рядів, розташованих у шаховому порядку, при цьому кожен сепаратор частинок відбійного типу містить набір вертикальних охолоджувальних труб для переміщення крізь них охолоджувального середовища, при цьому, принаймні, три охолоджувальні труби утворюють кожну сторону кожного сепаратора, при цьому набір охолоджувальних труб, що утворюють окремий сепаратор частинок відбійного типу та з'єднаних одна з одною, утворює єдину структуру, та де нижня частина кожної з охолоджувальних труб має частину зі зменшеним

діаметром, щоб запобігти ерозії цієї нижньої частини.

В окремих випадках виконання пристрій, що заявляється, має наступні суттєві відмінні ознаки:

- пристрій містить фігурний кахель, що покриває частину зі зменшеним діаметром кожної з охолоджувальних труб, щоб захистити зазначену частину від ерозії;

- пристрій містить стійкий до ерозії вогнетривкий матеріал на тій частині нижньої частини охолоджувальних труб, що розташована нижче частини зі зменшеним діаметром;

- пристрій містить, принаймні, одну відхилівну пластину, що простягається між сторонами кожного елемента сепаратора;

- пристрій містить піддон, або щит, біля нижніх кінців сепараторів частинок відбійного типу для того, щоб топкові гази та захоплені частинки не минали сепаратори частинок відбійного типу.

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 - схематичне зображення відомої конструкції котла з ЦПШ, в якому застосовується сепаратор частинок відбійного типу.

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

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

Фіг.4 - вид справа, у напрямку стрілок 4-4, сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента з Фіг.3.

Фіг.5 - вид ззаду, у напрямку стрілок 5-5, сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента.

Фіг.6 - вид зверху другого варіанта здійснення окремого сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента згідно з цим винаходом.

Фіг.7 - вид зліва, у напрямку стрілок 7-7, сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента з Фіг.6.

Фіг.8 - вид ззаду, у напрямку стрілок 8-8, сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента з Фіг.6.

Фіг.9 - вид справа, у напрямку стрілок 9-9, сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента з Фіг.6.

Фіг.10 - вид зверху третього варіанта здійснення окремого сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента згідно з цим винаходом.

Фіг.11 - вид зліва, у напрямку стрілок 11-11, сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента з Фіг.10.

Фіг.12 - вид ззаду, у напрямку стрілок 12-12, сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента з Фіг.10.

Фіг.13 - вид справа, у напрямку стрілок 13-13, сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента з Фіг.10.

Фіг.14 - вид збоку іншого варіанта здійснення влаштування сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента згідно з цим винаходом.

Фіг.15 - вид у розрізі, у напрямку стрілок 15-15, окремого сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента з Фіг.14.

Фіг.16 - вид збоку нижньої частини з Фіг.14.

Фіг.17 - вид у розрізі, у напрямку стрілок 17-17, нижньої частини влаштування сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента з Фіг.16.

Фіг.18 - вид збоку альтернативного варіанта здійснення нижньої частини влаштування сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента з Фіг.14.

Фіг.19 - вид збоку альтернативного варіанта здійснення верхньої частини влаштування сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента з Фіг.14.

Фіг.20 - вид зверху у розрізі влаштування сепаратора частинок відбійного типу, що ілюструє влаштування у шаховому порядку колекторних V-подібних елементів.

Фіг.21 - вид збоку альтернативного варіанта здійснення цього винаходу, що застосовує шевроноподібний колекторний елемент.

Фіг.22 - вид зверху у розрізі, у напрямку стрілок 22 - 22, конфігурації шевроноподібного колекторного елемента з Фіг.21.

Фіг.23 - вид у розрізі окремого шевроноподібного колекторного елемента за типом, що демонструється на Фіг.21 та Фіг.22.

Фіг.24 - вид у розрізі, у напрямку стрілок 24 - 24, відхилівної пластини, яку можна застосовувати у конфігурації шевроноподібного колекторного елемента з Фіг.21 та Фіг.22.

Фіг.25 - схематичний вид у розрізі окремого сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента, де охолоджувальні труби включають омега-подібні труби згідно з цим винаходом.

Фіг.26А - вид у розрізі окремої омега-подібної труби за типом, який застосовано у варіанті здійснення за Фіг.25.

Фіг.26В - вид у розрізі альтернативного способу виконання омега-подібних труб у варіанті здійснення за Фіг.25, застосовуючи традиційні труби та мембранні стрічки.

Фіг.27 - вид у розрізі двох взаємоз'єднаних ковзним чином посаджених виливків, які можна влаштувати навколо охолоджуваних труб, утворюючи окремий сепаратор частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента для підвищення стійкості до ерозії згідно з цим винаходом.

Фіг.28 - вид у розрізі окремого сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента, де охолоджувальні труби забезпечені захисними виливками, приєднаними до них для підвищення стійкості до ерозії згідно з цим винаходом.

Фіг.29 - вид у розрізі частини окремого сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента, де охолоджувальні труби забезпечені за-

кріпленими болтами захисними виливками для підвищення стійкості до ерозії згідно з цим винаходом.

Фіг.30 - вид збоку, у напрямку стрілок 30-30 на Фіг.29, частини окремого сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента за Фіг.29.

Фіг.31 - вид зверху у розрізі альтернативного варіанта здійснення розташованих у шаховому порядку шевроноподібних колекторних елементів згідно з цим винаходом.

Фіг.32 - вид у розрізі окремого шевроноподібного колекторного елемента за типом, який показано на Фіг.31 та який забезпечено стійким до ерозії вогнетривким матеріалом згідно з цим винаходом.

Фіг.33 - вид у розрізі окремого шевроноподібного колекторного елемента за типом, який показано на Фіг.31 та який забезпечено охоплювальним кожухом з нержавіючої сталі для підвищення стійкості до ерозії згідно з цим винаходом.

Фіг.34 - вид у розрізі окремого шевроноподібного колекторного елемента за типом, який показано на Фіг.31, де охолоджувачі труби оточені литим металом для підвищення стійкості до ерозії згідно з цим винаходом.

Фіг.35 - вид зверху альтернативного варіанта здійснення окремого сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента, який містить прямокутні трубчасті елементи для переміщення охолоджувальної рідини згідно з цим винаходом.

Фіг.36A - аксонометричний вид нижньої частини окремого сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента згідно з цим винаходом, де нижні кінці суміжних охолоджувальних труб сполучені по потоку один з одним, утворюючи вигини у 180° .

Фіг.36B - аксонометричний вид нижньої частини окремого сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента згідно з цим винаходом, де нижні кінці охолоджувальних труб, що утворюють протилежні сторони U-подібного елемента, сполучені по потоку один з одним, утворюючи вигини у 180° .

Фіг.37 - аксонометричний вид нижньої частини окремого сепаратора відбійного типу у формі U-подібного елемента згідно з цим винаходом, де нижні кінці охолоджувальних труб сполучені по потоку із загальним трубопроводом, розташованим близько над днищем газового каналу.

Фіг.38 - вид збоку нижньої частини окремого сепаратора відбійного типу у формі U-подібного елемента згідно з цим винаходом, де нижні кінці охолоджувальних труб сполучені по потоку із загальним трубопроводом, розташованим близько під днищем газового каналу.

Фіг.39 - це аксонометричний вид іще іншого альтернативного варіанта здійснення окремого сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента згідно з цим винаходом, де нижня частина кожної охолоджувальної труби має частину зі зменшеним діаметром для запобігання ерозії нижньої частини.

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 уперек 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, 4 та 5, які ілюструють перший варіант здійснення сепаратора 20 частинок відбійного типу у формі U-подібних елементів згідно з цим винаходом. Кожен U-подібний елемент 20 містить охолоджувальні труби 30, які можуть охолоджуватися водою, паром, їх сумішшю або будь-яким іншим придатним охолоджувальним середовищем. Охолоджувальні труби 30, та, отже, U-подібні елементи, частину яких вони утворюють, влаштовано вертикально, як відомі U-подібні елементи 20, що показані на Фіг.1, та вони можуть підтримуватися зі склепіння 26 печі 10. Охолоджувальні труби 30, що утворюють окремий U-подібний елемент 20, влаштовані одна за одною; як зображено на Фіг.3, можна застосувати чотири охолоджувальні труби 30 для утворення окремого U-подібного елемента, по одній на кожному його куті. Охолоджувальні труби 30 звичайно мають зовнішній діаметр 25,4мм (1 дюйм), проте, звичайно, можна застосовувати труби з іншими діаметрами.

Як показано на Фіг.3, 4 та 5, кожен U-подібний елемент 20 далі містить набір ковзним чином посаджених елементів 50, які мають отвори 52 у частині 57 (що може бути збільшеною частиною, яка, як показано, оточує охолоджувальну трубу 30, що входить у неї) та які приймають кожну з охолоджувальних труб 30, утворюючи окремий U-подібний елемент 20. Ковзним чином посажені елементи 50, отже, оточують кожну охолоджувальну трубу 30 та, будучи укладеними один на одного уздовж вертикальної висоти U-подібних елементів 20, утворюють колекторний канал 60. Кожен ковзним чином посаджений елемент 50, що утворює U-подібний елемент 20, містить дві бічні стінки 54 та задню стінку 56. Як показано на Фіг.4 та 5, кожна з бічних стінок 54 та задня стінка 56 містять набір сегментів 70, які розташовані в один ряд по вертикалі та які простягаються між частинами 57, що містять отвори 52, які оточують охолоджувальні труби 30. Розташовані в один ряд по вертикалі сегменти 70 з набору ковзним чином посаджених елементів 50, розміщені уздовж довжини охолоджувальних труб 30, що простягаються вертикально, та поєднані один з одним, утворюючи колекторний канал 60 U-подібного елемента 20.

Розташовані в один ряд по вертикалі сегменти 70 забезпечені з'єднаннями внапуск 80 або іншими подібними з'єднаннями. Конфігурація з'єднання внапуск 80 зверху та знизу кожного роз-

ташованого в одному ряду по вертикалі сегмента 70 дозволяє запобігти проникненню газу та твердих речовин між сегментами 70 та дозволяє здійснюватися як короткому за часом, так і тривалому розширенню та стисненню сегментів за розмірами у вертикальному напрямку.

Охолоджувальні труби 30, таким чином, забезпечують охолоджувану опору, а також вирівнювання та охолодження сегментів 70, що знаходяться в одному ряду. Охолоджувальні труби 30 далі забезпечують єдине симетричне розподілення температури уздовж кожного сегмента 70, що знаходиться в одному ряду, не деформуючи елемент, що звичайно трапилося б там, де відбувається асиметричне розподілення температури через асиметричне охолодження сегмента 70.

Кожен ковзним чином посаджений елемент 50 може містити металевий сплав, кераміку або інші матеріали, що мають високу термостійкість. У варіанті здійснення винаходу за Фіг.3, 4 та 5 кожен ковзним чином посаджений елемент 50 є однією суцільною деталлю, яка містить дві бічні стінки 54 та задню стінку 56 та яка ковзає повз охолоджувальні труби 30. Одна суцільна деталь може бути виливом або виготовленою за допомогою екструзії. Проте, слід відзначити, що можна застосовувати ковзним чином посажені елементи іншої конструкції.

Звернемося зараз до Фіг.6, 7, 8 та 9. В іншому варіанті здійснення винаходу кожна з бічних стінок 54 та задня стінка 56 є окремими ковзним чином посадженими елементами. Отже, для утворення окремого рівня або частини у поперечному перерізі U-подібного елемента 20 необхідно застосовувати три окремі ковзним чином посажені елементи. Кінцеві частини 57 та їхні отвори 52 кожної з бічних стінок 54 та задньої стінки 56 перекриваються на з'єднанні внапуск 80.

Звернемося зараз до Фіг.10, 11, 12 та 13. У ще одному подальшому варіанті здійснення винаходу бічні стінки 54 та задня стінка 56 можуть утворюватися двома елементами 59, що у поперечному перерізі мають L-подібну форму. Кінці елементів L-подібної форми 59 перекриваються на задній стінці 56 завдяки з'єднанню внапуск 80.

Як показано у варіантах здійснення винаходу за Фіг.6 та 10, можна застосовувати додаткові охолоджувальні труби 30, разом з чотирма охолоджувальними трубами, показаними на Фіг.3, для утворення опори та охолодження елементів колекторного каналу. Таку конструкцію можна також застосовувати, якщо бажано використовувати U-подібні елементи 20 більшого розміру, або якщо бажано застосовувати різні охолоджувальні труби 30. Завдяки цьому можна застосовувати матеріал, що утворює ковзним чином посаджений елемент 50, з більш низькою термостійкістю, підтримуючи при цьому єдине симетричне температурне розподілення уздовж вертикальної висоти кожного U-подібного елемента 20.

У той час як вищезазначені [патенти США за номерами 5 378 253 та 5 435 820, автори Daum та інші], розкривають охолоджувані колекторні елементи, конструкції ілюструються у них без посилання на суттєві практичні труднощі, які перешко-

джають їх використанню у більшості комерційних варіантів застосування. Як показано [у патентах США за номерами 5 378 253 та 5 435 820], кожен елемент сепаратора містить лише чотири охолоджені труби на один сепаратор з привареною мембранною стрічкою, що простягається між трубами, утворюючи колекторну частину. Це суттєво обмежує можливість застосовувати такі конструкції за двома причинами. По-перше, визначили, що границя температурного окиснення мембранної стрічки обмежує максимальну ширину мембранної стрічки, коли елементи сепаратора працюють в умовах високих температур, які бувають у котлах з ЦПШ. Оскільки мембранна стрічка охолоджується трубами, до яких вона приєднана, то максимальна температура мембранної стрічки виникає посередині між трубами, з'єднаними мембраною, та температура у цьому місці повинна підтримуватися на прийнятних рівнях нижче граничної температури окиснення матеріалу, що утворює мембранну стрічку. Незважаючи на те, що цей аспект можна узгодити шляхом застосування стрічки зі сплаву, що має більш високу граничну температуру окиснення, або навіть, шляхом застосування труб та мембранної стрічки з нержавіючої сталі, слід відзначити, що такий спосіб є неприпустимо дорогим та, фактично, все ж таки не дозволить конструкторові значно підвищити максимальну ширину мембранної стрічки. По-друге, внаслідок обмеженості максимальної ширини мембранної стрічки, дійсний розмір окремих колекторних елементів може бути далеким від розміру, необхідного для продуктивного та ефективного за вартістю функціонування колектора. На відміну від цього, наступні варіанти здійснення цього винаходу застосовують, принаймні, три або більше охолоджувальних труб 126 на кожній стороні кожного з окремих елементів-сепараторів 120 поряд з відповідною кількістю охолоджувальних труб 126, що утворюють задню стінку кожного з елементів 120. Розмір елементів-сепараторів 120, отже, не обмежується максимальними температурами мембрани, та можна конструювати як завгодно великі елементи-сепаратори 120. Це є важливим, тому що застосування елементів-сепараторів 120 більшого розміру дає можливість використовувати сепаратори більшої довжини, оскільки більший поперечний переріз окремого елемента-сепаратора 120 зумовлює те, що більша кількість твердих речовин залишається у межах поперечного перерізу до того, як зібрані тверді речовини "виплюскаються" внаслідок переповнення при русі твердих речовин униз до нижньої частини елемента-сепаратора 120. Інакше кажучи, елемент-сепаратор 120 має більш довгу ефективну частину. Застосування елементів-сепараторів 120 більшого розміру означає, що менша їх кількість буде потребуватися або застосовуватися, що дозволяє звузити котел з ЦПШ (оскільки глибина печі може бути більшою для заданої площі горизонтального поперечного перерізу печі), що знижує вартість.

Фіг. з 14 до 24 ілюструють інший варіант пристрою з сепараторами частинок відбійного типу у формі U-подібних елементів згідно з цим винаходом, який взагалі позначено як 100, та який є осо-

бливо придатним для застосування у котлах з ЦПШ. Знов, термін "U-подібний елемент" застосовується заради зручності та призначений для позначення у широкому сенсі будь-якого типу угнутих відбійних елементів, або сепараторів частинок відбійного типу, які застосовуються для збирання та видалення частинок з топкового газу, навантаженого частинками. 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 спрямований потік топкового газу та захоплених частинок, що дозволить елементам збирати та видаляти частинки з топкового газу.

Пристрій 100 з сепараторами частинок містить набір вертикально розташованих в шаховому порядку колекторних елементів 120 у формі U-подібних елементів, які влаштовано, принаймні, у два ряди: ряд 122, що розташований вище по потоку, та ряд 124, що розташований нижче по потоку. Пристрій 100 можна застосовувати як групу 22 внутрішньопічних U-подібних елементів або як групу 24 зовнішніх U-подібних елементів. U-подібні елементи 120 містять набір охолоджуваних труб 126, по яким здійснюється переміщення охолоджувального середовища, такого як вода, пара, їх суміш або будь-яка інша прийнятна охолоджувальна рідина. Охолоджувальна рідина надходить у та виходить з U-подібних елементів 120 через влаштування верхніх та нижніх трубопроводних систем, колекторів та трубопроводів, що знаходяться у верхній 128 та нижній 130 частинах пристрою 100. Як буде докладніше описано далі, особливе влаштування таких трубопроводних систем, колекторів та трубопроводів для U-подібних елементів 120 створює важливий аспект цього винаходу.

Звернемося зараз до Фіг.15, на якій зображено вид у розрізі окремого сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента 120 з Фіг.4. Влаштовано набір охолоджувальних труб 126, які розташовані одна відносно одної так, щоб утворити загальний контур колекторного елемента, у цьому випадку -колекторного елемента у формі U-подібного елемента. У цьому випадку застосовується усього дванадцять охолоджувальних труб 126, проте можна застосовувати більше чи менше труб 126, залежно від розміру бажаного U-подібного елемента, вимог до охолоджувальної рідини та падіння тиску тощо. Кожна охолоджувальна труба 126 у U-подібному елементі 120 має набір шипів 132, приварених до труб 126 уздовж їхньої довжини та по окружності труби для того, щоб можна було нанести вогнетривкий матеріал на U-подібний елемент 120. Окремі труби 126, що утворюють певний U-подібний елемент, також з'єднані одна з одною проміжною трубоцентрувальною пластиною або стрічкою (наприклад, мембранною стрічкою 136), привареною, принаймні, переривчасто між та уздовж суміжних охолоджувальних труб для утримання U-подібного елемента 120 як єдиної нерухокої структури. Мембранна стрічка 136, а також шипи 132 проводять тепло від вогнетривкого матеріалу 134 до охолоджувальних

труб 126, де воно відбирається охолоджувальним середовищем, яке тече усередині, при цьому охолоджувальним середовищем звичайно є вода та/або пара. Вогнетривкий матеріал 134 може бути встановленим на U-подібних елементах 120 заздалегідь на промисловому підприємстві, для зменшення вартості та забезпечення одноманітного застосування, або його можна встановити на місці.

Фіг.16 ілюструє вид збоку нижньої частини з Фіг.14, більш детально перший варіант здійснення влаштування трубопровідної системи, колектора та трубопроводу, яке можна застосовувати для постачання охолоджувальної рідини до та з U-подібних елементів 120. Нижні кінці охолоджувальних труб 126 сполучені по потоку з набором вертикальних трубопроводів 138, які, у свою чергу, сполучені по потоку з колектором 140. Знов, це може бути влаштуванням вхідного колектора 140 та пов'язаних з ним вхідних трубопроводів 138 або вихідного колектора 140 та вихідних трубопроводів 138. У влаштуванні, що показано на Фіг.16, обидва ряди 122, 124 U-подібних елементів 120 є частиною одного модуля, тобто, вони живляться з одного трубопроводу 138. Розмір котла з ЦПШ та припустимі обмеження щодо транспортування будуть зумовлювати кількість окремих U-подібних елементів 120, які можна зібрати заздалегідь на підприємстві та транспортувати до місця спорудження. Вхідна або вихідна трубопровідна система 144 буде застосовуватися та направлятися за необхідністю.

Звернемося зараз до Фіг.16 та 17. Інший аспект цього винаходу включає застосування охолоджувальної труби 126, зігненої придатним способом так, щоб утворити піддон 142, або щит, на нижньому кінці U-подібного елемента, що дозволяє запобігти тому, щоб газ та захоплені частинки проходили мимо нижнього кінця 130 U-подібних елементів 120. Охолоджувальний рідину піддон 142 також має шипи 132 та покриття з вогнетривкого матеріалу 134. Якщо бажано, звичайний піддон 23, або щит, можна застосовувати на нижніх кінцях U-подібних елементів 120 згідно з цим винаходом.

Фіг.18 ілюструє вид збоку альтернативного варіанта здійснення нижньої частини влаштування сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента з Фіг.14, зокрема, пристрій, де передній 122 та задній 124 ряди U-подібних елементів 120 сполучені по потоку з окремим для кожного ряду трубопроводом 138. Також застосовується вищезазначена концепція стосовно можливості того, щоб нижня частина 130 була входом або виходом для охолоджувального середовища, що тече в U-подібних елементах 120.

Фіг.19 ілюструє вид збоку верхньої частини 128 альтернативного варіанта здійснення, показаного на Фіг.18. Тут запропоновано окремі вхідні або вихідні трубопроводи 138, по одному на кожен ряд 122, 124 U-подібних елементів 120, які, як показано, сполучені з придатною вхідною або вихідною трубопровідною системою 144.

Фіг.20 - це вид зверху у розрізі влаштування сепаратора частинок відбійного типу згідно з винаходом, що ілюструє влаштування у шаховому по-

рядку колекторних елементів V-подібної форми. Знов, кожна охолоджувальна труба 126 має набір шипів 132, приварених до труб 126 уздовж їхньої довжини та по окружності труби для того, щоб можна було застосувати вогнетривкий матеріал 134 на колекторному елементі 120. Окремі труби 126, що утворюють певний колекторний елемент 120, також з'єднані одна з одною мембранною стрічкою 136, привареною, принаймні, переривчасто між трубами 126 для того, щоб він залишався нерухомою структурою. Мембранна стрічка 136, а також шипи 132 проводять тепло від вогнетривкого елемента 134 до охолоджувальних труб 126, де воно відбирається охолоджувальним середовищем, яке тече усередині та яке звичайно є водою та/або парю. Вогнетривкий матеріал 134 може бути встановленим заздалегідь на підприємстві, щоб знизити вартість та забезпечити одноманітність застосування, або його можна встановити на місці.

Фіг. з 21 до 24 ілюструють варіант здійснення цього винаходу, який застосовує влаштування того, що звичайно позначається, як шевроноподібний колекторний елемент 150. Охолоджувальні труби 126 знов мають набір шипів 132, - приварених до труб 126 уздовж їхньої довжини та по периметру труби для того, щоб можна було нанести вогнетривкий матеріал 134 на шевроноподібний колекторний елемент 150. Окремі труби 126, що утворюють певний шевроноподібний колекторний елемент 150, також з'єднані одна з одною мембранною стрічкою 136, привареною, принаймні, переривчасто між трубами 126 для зберігання його нерухомої структури. Мембранна стрічка 136, а також шипи 132 проводять тепло від вогнетривкого матеріалу 134 до охолоджувальних труб 126, де воно відбирається охолоджувальним середовищем, яке тече усередині та яке звичайно є водою та/або парю. Вогнетривкий матеріал 134 може бути встановленим заздалегідь на підприємстві для того, щоб знизити вартість та забезпечити одноманітність застосування, або його можна встановити на місці. Шевроноподібні колекторні елементи 150 можуть необов'язково мати одну або більше відхилених пластин 152 з інтервалами уздовж вертикальної висоти шевроноподібного колекторного елемента 150. Відхилені пластини 152 призначені спрямовувати зібрані частинки твердих речовин назад у шевроноподібний колекторний елемент 150. Вони приєднані переважно шляхом приварювання до першої частини 154 шевроноподібного колекторного елемента 150, який простягається практично паралельно потоку топкового газу та частинок твердих речовин, коли функціонує, наприклад, у котлі з ЦПШ, та до другої частини 156, яка з'єднана з першою частиною 154 та яка простягається під кутом 0 відносно першої частини 154. Кут 9 становить звичайно 30°, але він може змінюватися від приблизно 10° до приблизно 90°, залежно від певного застосування.

Незважаючи на те, що, як зображено на Фіг.22 та 23, друга частина 156 є площинною, цей винахід не обмежується цим, і друга частина 156 може альтернативно бути аркоподібною або сегментованою та зігнутою під кутом, як показано пунктир-

ними лініями на Фіг.23 та позначено літерами "А" та "В".

Фіг.23 ілюструє окремі шевроноподібні колекторні елементи 150 V-подібної форми. Ці колекторні елементи 150, розташовані у лінію один з одним (відносно попередньо визначеного напрямку проходження крізь ці елементи 150 топкового газу та частинок твердих речовин), можуть бути з'єднані на кінцях їхніх перших частин 154, як позначено літерою "С", або вони можуть бути окремими один відносно одного.

Цей винахід також пропонує різні конструкції для підвищення стійкості до ерозії охолоджуваних сепараторів частинок відбійного типу у формі U-подібних елементів, які описано тут. На Фіг.25 охолоджувальні труби, що утворюють окремий U-подібний елемент 120, є тим, що називають омега-подібними трубами 160, звареними разом, як показано позицією 164, для утворення бажаної конфігурації U-подібного елемента у поперечному перерізі. У варіанті здійснення, що ілюструється, розміри омега-подібних труб можуть становити 25,4-9,5мм на 25,4мм (1-3/8 дюйма на 1 дюйм) з мінімальною товщиною стінки 4,76мм (3/16 дюйма). Незважаючи на те, що такі омега-подібні труби 160 є відомими для фахівців, до цих пір не було відомо, щоб подібні їм труби застосовувалися у таких сепараторах частинок відбійного типу у формі U-подібних елементів. Як зображено на Фіг.26А, кожна омега-подібна труба має прохід для потоку 161 та кінці 166, що мають загострені частини, щоб полегшити приварювання 164 до суміжних омега-подібних труб. Омега-подібні труби можна ефективно здійснити із застосуванням звичайних труб 126 та мембранних стрічок 137, приварених до боків труб зверху, як показано на Фіг.26В.

Фіг.27 ілюструє влаштування двох виливків 170, що надягаються та що мають отвори 162, які приймають та оточують охолоджувальні труби 126. Ці виливки 170 мають з'єднувальний елемент-тато 172 та з'єднувальний елемент-мама 174, щоб сприяти центруванню суміжних виливків. Ці виливки 170 будуть звичайно виготовленими з матеріалу легкоплавких металевих сплавів, проте їхні поверхні можуть бути покритими сплавом "309" для підвищення стійкості до ерозії.

Фіг.28 показує влаштування захисних виливків 180, приварених до охолоджувальних труб 126, переважно, крізними електрозаклепками, як показано позицією 184. Ці виливки 180 будуть мати зовнішню грань у 6,25мм (1/4 дюйма) за виключенням передньої крайки, де виливок 182 буде мати зовнішню грань у 12,7мм (1/2 дюйма). Як зображено, задні частини кожного типу виливка будуть скривленими, щоб спрягатися із зовнішнім діаметром охолоджуваної труби, до якої вона приєднується.

Фіг.29 та 30 ілюструють влаштування захисних виливків 190, які призначені для закріплення болтами 194 на сепараторах частинок відбійного типу у формі U-подібних елементів 120, переважно через мембрану 136 або проміжні металеві трубоцентрувальні пластини, що утримують труби 126, що є суміжними одна з одною. Виливки 190 будуть

мати отвори 192. У будь-якому випадку, переважно, щоб залишався проміжок між виливками та мембранною або проміжними трубоцентрувальними пластинами. За необхідністю, болти 194 можна замінити на шпильки, привареними до сторони мембрани або проміжних трубоцентрувальних пластин. Виливки на передній крайці (не зображено) будуть, переважно, привареними крізними електрозаклепками, як описано раніше.

Фіг.31 та 32 - 34 ілюструють альтернативний варіант здійснення розташування у шаховому порядку шевроноподібних колекторних елементів згідно з цим винаходом та різні способи забезпечення підвищеної стійкості для цього варіанта здійснення. Знов, пропонується розташування у шаховому порядку елементів сепаратора частинок відбійного типу, при цьому розташовані в одну лінію групи охолоджуваних труб 126 з'єднані разом, як і раніше (проміжними трубоцентрувальними пластинами, або мембранною 136). Через регулярні інтервали ребра 200 приварені до охолоджуваних труб 126, утворюючи звивистий шлях для потоку топкового газу/твердих речовин, що надходить. Охолоджувальні труби можуть бути покритими стійким до ерозії волнетривким матеріалом (Фіг.32), можуть мати оточувальний захисний екран з нержавіючої сталі 202 (Фіг.33) (з прорізами для розширення, за необхідністю) або вони можуть оточуватися литим металом або звареним покриттям 204 (Фіг.34).

Фіг.35 ілюструє іще один варіант здійснення окремого сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента 120, який при цьому містить прямокутні трубчасті елементи 210 для переміщення охолоджуваної рідини згідно з цим винаходом. Окремі трубчасті елементи 210 будуть зварені разом у місцях, позначеними 212. Переважно, прямокутні трубчасті елементи 210 можуть бути виготовленими з вуглецевої сталі (SA-178 Gr.C), оскільки охолоджувальна рідина, яка переміщується крізь них, підтримує температуру металу нижче діапазону повзучості вуглецевої сталі (більше ніж 371,1°C (700°F)).

Фіг.36А, 36В, 37 та 38 демонструють особливі деталі конструкції нижніх кінців окремих сепараторів частинок відбійного типу у формі U-подібних елементів 120 згідно з цим винаходом. Для кращого розуміння не показано ніякого захисту проти ерозії для охолоджувальних труб 126 або будь-якого трубопроводу 138. При цьому зрозуміло, що на практиці такий захист проти ерозії буде звичайно застосовуватися. Як описано [у патенті США за номером 6 095 095, автори Alexander та інші], текст якого включено сюди шляхом посилання у його повному обсязі, відомі такі конструкції котлів з ЦПШ, у яких, принаймні, два ряди зовнішніх U-подібних елементів можуть бути розташованими у межах випускного газового каналу 14, розташованого далі по потоку за виходом печі, при цьому зібрані частинки повертаються уздовж днища 220 (Фіг.36А, 36В, 37 та 38 цього винаходу). Бічні стінки 222, 224 та задня стінка 226 U-подібних елементів 120 знов містять охолоджувальні труби 126.

Нижні кінці 228 охолоджувальних труб 126 можуть бути сполучені по потоку різними способами.

Наприклад, як показано на Фіг.36А, 36В, 37 та 38, нижні кінці 228 охолоджувальних труб 126 простягаються до днища 220, розташованого безпосередньо нижче розміщених у шаховому порядку рядів сепараторів частинок відбійного типу. Днище 220 утворює газовий канал 14 котла з ЦПШ 10. У деяких випадках, як показано на Фіг.36А, нижні кінці суміжних охолоджувальних труб 126 (тих, що утворюють одну або іншу бічну стінку 222, 224 або задню стінку 226), що утворюють сепаратори частинок відбійного типу 120, є зв'язаними по потоку один з одним, утворюючи вигини у 180°. Альтернативно, як показано на Фіг.36В, нижні кінці 228 охолоджувальних труб 126, що утворюють протилежні бічні стінки 222, 224 сепараторів частинок відбійного типу 120, є сполученими по потоку один з одним, утворюючи вигини у 180°. Ці влаштування є відносно простими за конструкцією, проте слід відзначити, що вони є причиною того, що сепаратори частинок відбійного типу 120 не можна дренажувати.

Як показано на Фіг.37, нижні кінці 228 охолоджувальних труб 126, що утворюють окремий сепаратор частинок відбійного типу 120, є сполученими по потоку із загальним трубопроводом 138, який розташовано близько до днища 220 газового каналу 14, у цьому випадку над днищем 220, проте Фіг.38 є ілюстрацією варіанта здійснення, де трубопровід 138 знаходиться під днищем 220. Зрозуміло, що загальний трубопровід може насправді бути частково або повністю вбудованим у днище 220. Будучи більш досконалою, ця конструкція дозволяє дренажувати сепаратор 120, а змішування охолоджувальної рідини з кожної з охолоджувальних труб може надавати інших переваг, таких як запобігання температурному дисбалансу, який є наслідком нерівномірного поглинання тепла окремими охолоджувальними трубами 126. Крім того, конструкція, що показана на Фіг.38, полегшує доступ для приварювання охолоджувальних труб 126 до трубопроводу 138, якщо це є необхідним.

Нарешті, Фіг.39 - це аксонометричний вид іще іншого альтернативного варіанта здійснення окремого сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента 120 згідно з цим винаходом, де нижня частина 228 кожної з охолоджувальних труб 126 має частину 250 зі зменшеним діаметром, що дозволяє запобігти ерозії нижньої частини 228. Цей варіант здійснення застосовує варіант концепції, використаної [у патенті США за номером 6 044 805, автори Walker та інші], який має назву Wall Protection from Downward Flowing Solids, та у опублікованій [заявці PCT WO 00/68615], при цьому текст цих публікацій включено сюди шляхом посилання у їхньому повному обсязі. У цих публікаціях частина зі зменшеним діаметром застосовується з метою запобігти порушенню суцільності, що звичайно існує на стиках стін корпусу та структур перегородок. Проте, як показано на Фіг.39, нижня частина 228 кожної з охолоджувальних труб 126 має частину 250 зі зменшеним діаметром, або зону, щоб запобігти ерозії нижньої частини 228 U-подібних елементів 120. Для здійснення такої зміни зовнішній діаметр кожної труби 126 звужений шляхом штампування у

місці, позначеному 260, до меншого діаметру. Якщо це є необхідним, та як описано у вищезазначених публікаціях патенту США 6 044 805 та WO 00/68615, фігурний вогнетривкий кахель 270 застосовується на переході 250, що дозволяє запобігти порушенню суцільності, що звичайно існує там, де застосовується стійкий до ерозії вогнетривкий матеріал. Нижче частини зі зменшеним діаметром 250 можна також застосовувати стійкий до ерозії вогнетривкий матеріал 134 далі до кінця кожного U-подібного елемента 120.

Отже, буде видно, що кожний елемент сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента може містити охолоджувальні труби, які з'єднані одна з одною, щоб утримати труби у певних позиціях одна відносно одної. У деяких варіантах здійснення труби приєднані або з'єднані одна з одною проміжною трубоцентрувальною пластиною або стрічкою, привареною, принаймні, переривчасто між та уздовж суміжних охолоджувальних труб, що утворюють єдину структуру. Віджилівні пластини, призначені для спрямовування зібраних частинок твердих речовин назад у елемент сепаратора, подібно до пластини 152 з Фіг.24, можна застосовувати з будь-яким варіантом окремого сепаратора частинок відбійного типу у формі U-подібного елемента. В усіх варіантах здійснення необхідно захистити охолоджувальні труби елементів сепаратора частинок відбійного типу від ерозії та корозії. Для захисту труб від ерозії можна застосовувати різні засоби. У деяких випадках навколо охолоджувальних труб застосовуються ковзним чином посаджені виливки, в інших для захисту від ерозії до труб приєднують матеріали, такі як вогнетривкий матеріал або кераміка. Як описано вище та показано на фігурах, що є частиною цього опису винаходу, вважається, що у деяких варіантах здійснення винаходу пов'язані вхідний та вихідний шляхи та з'єднання для переміщення рідини у та з труб, є важливою ознакою винаходу. У деяких випадках вхідні та вихідні з'єднання зумовлюють ступень модульності, за яким можна виробляти елементи сепаратора частинок відбійного типу, що надає можливість прискорити спорудження та знизити вартість. В інших випадках певні частини таких з'єднань дійсно утворюють та виконують функції піддонів, або щитів, що застосовуються у зв'язку з такими U-подібними елементами для того, щоб газ не проходив мимо кінців елементів сепаратора частинок відбійного типу. Безсумнівно, стане зрозумілим, що звичайні неохолоджувані металеві піддони, або щити, можна застосовувати разом з будь-якими іншими вищезазначеними конфігураціями цього винаходу.

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.

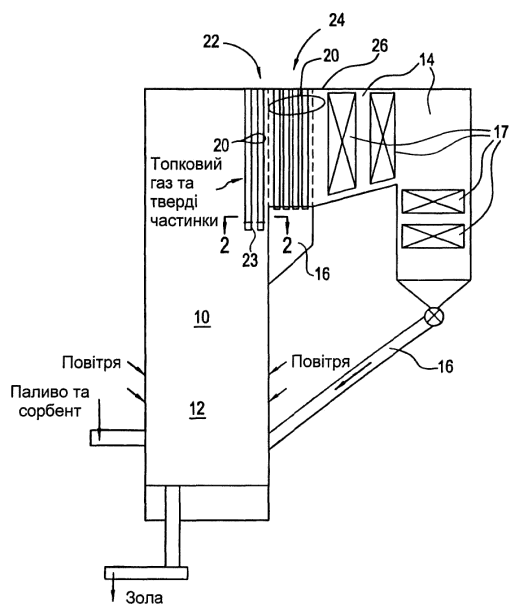


Fig. 1

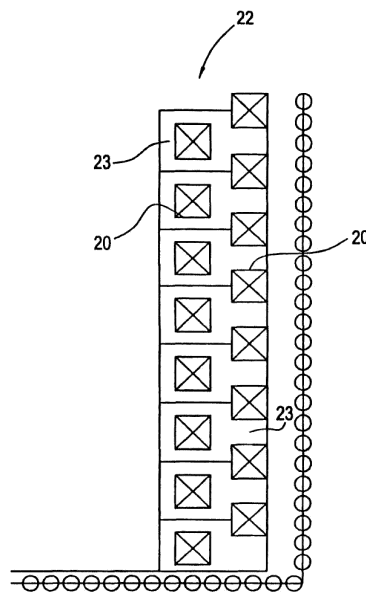


Fig. 2

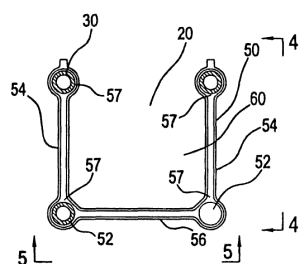


Fig. 3

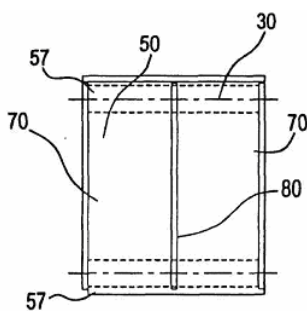


Fig. 4

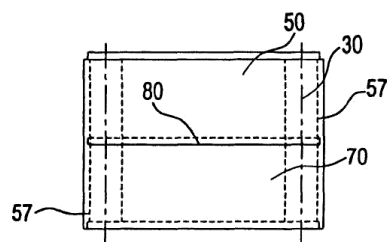


Fig. 5

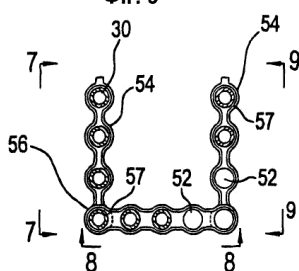


Fig. 6

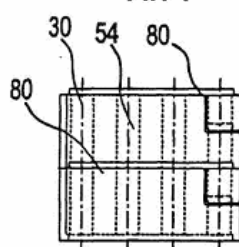


Fig. 7

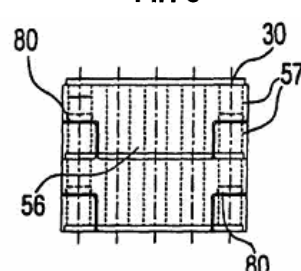


Fig. 8

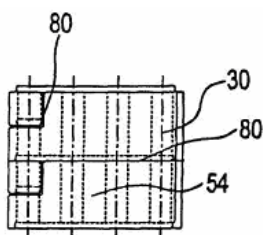


Fig. 9

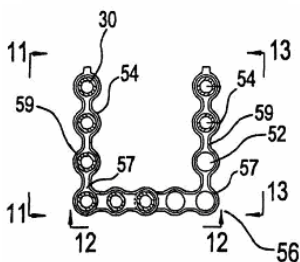


Fig. 10

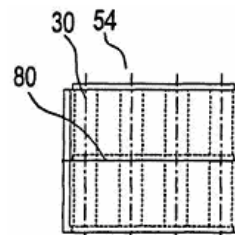


Fig. 11

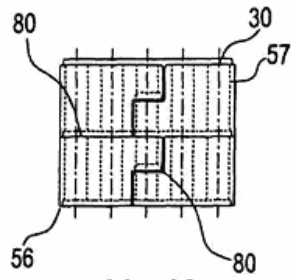


Fig. 12

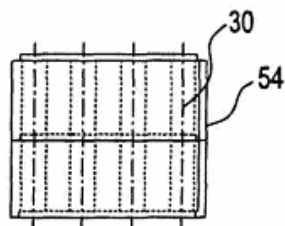


Fig. 13

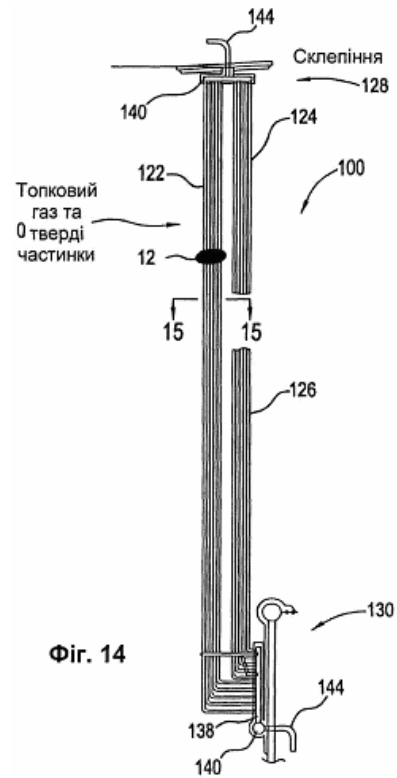


Fig. 14

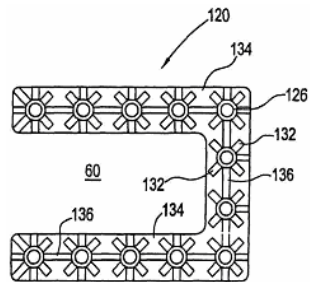


Fig. 15

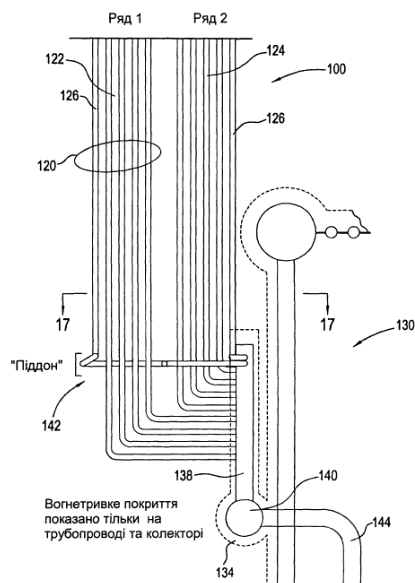


Fig. 16

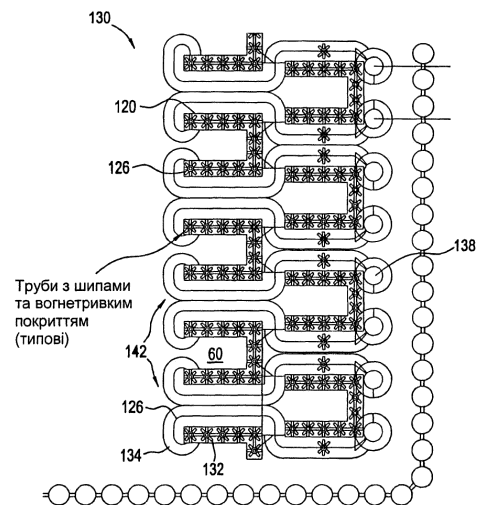


Fig. 17

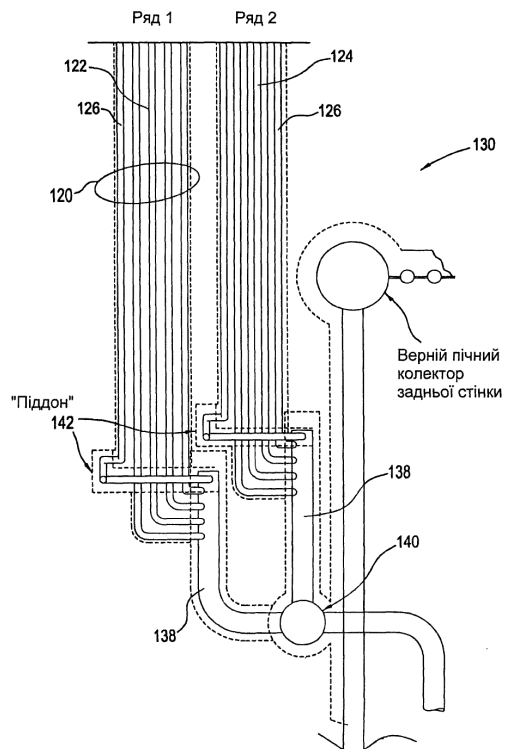


Fig. 18

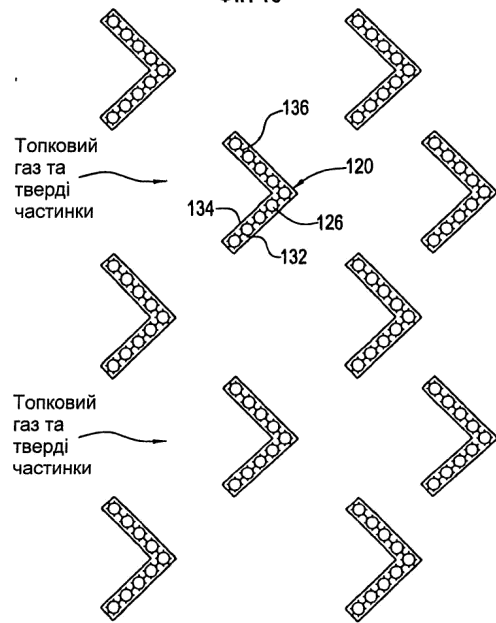


Fig. 20

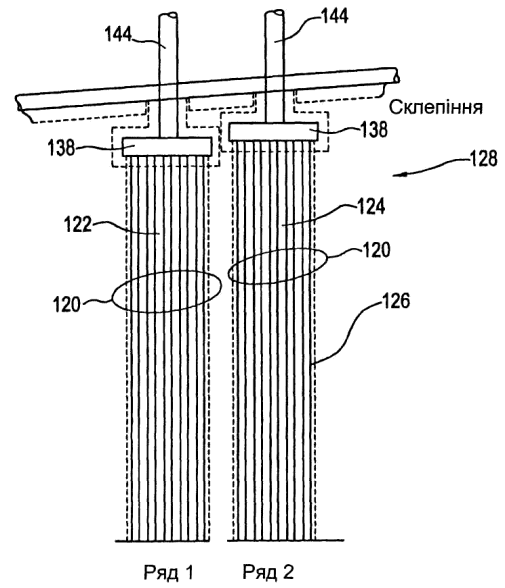


Fig. 19

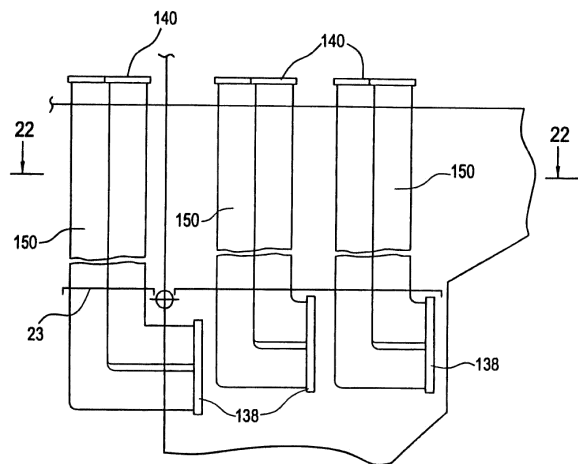


Fig. 21

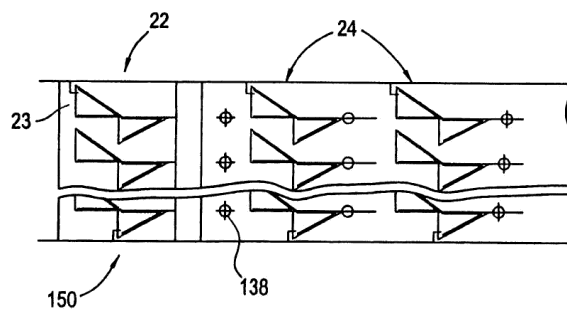


Fig. 22

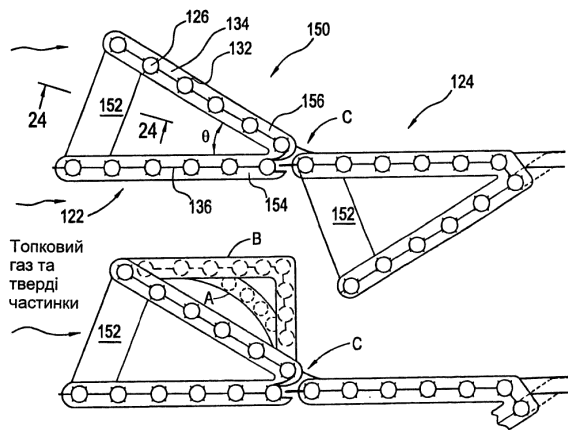


Fig. 23

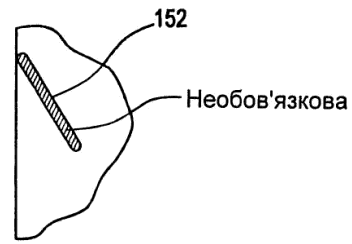


Fig. 24

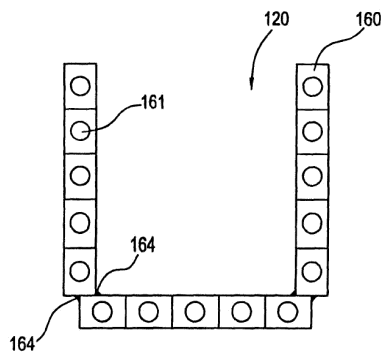


Fig. 25

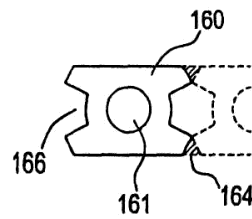


Fig. 26A

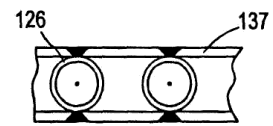


Fig. 26B

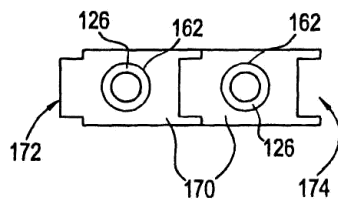


Fig. 27

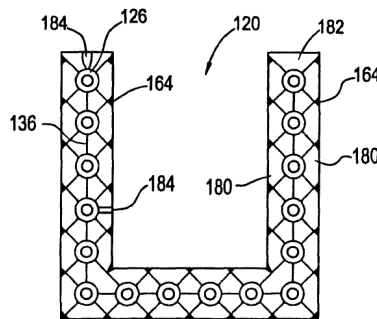


Fig. 28

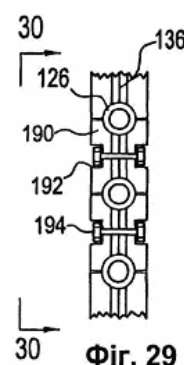


Fig. 29

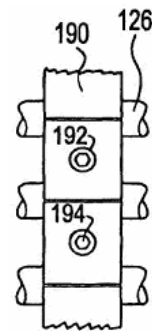


Fig. 30

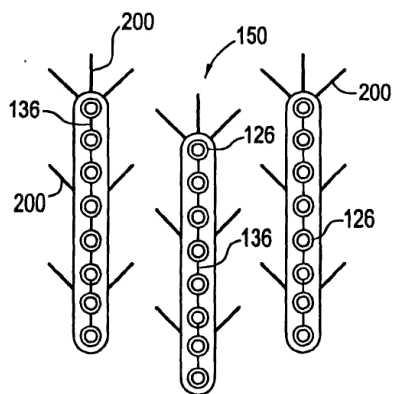


Fig. 31

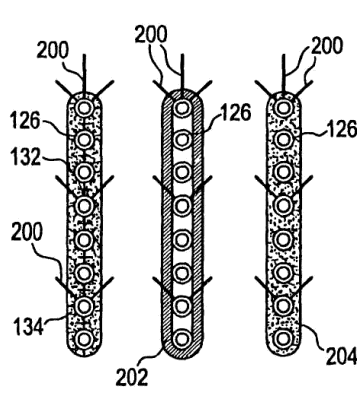


Fig. 32

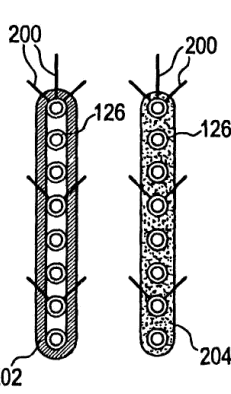


Fig. 33

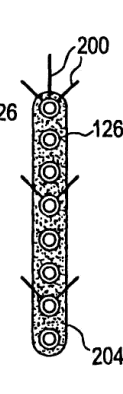


Fig. 34

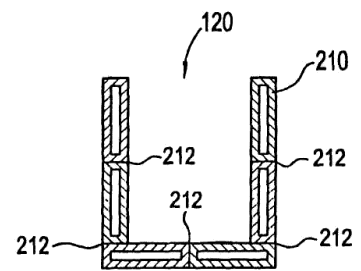


Fig. 35

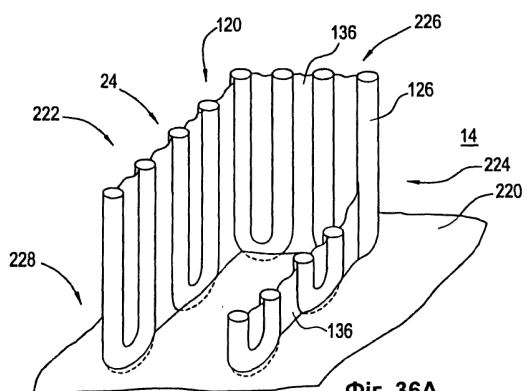


Fig. 36A

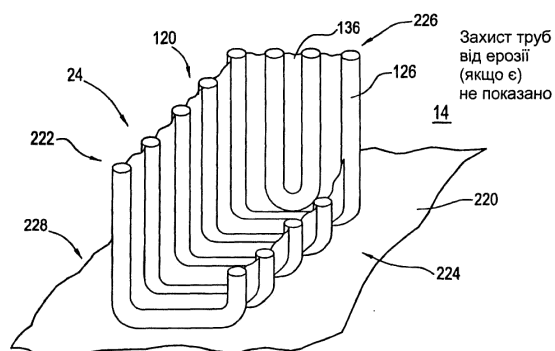


Fig. 36B

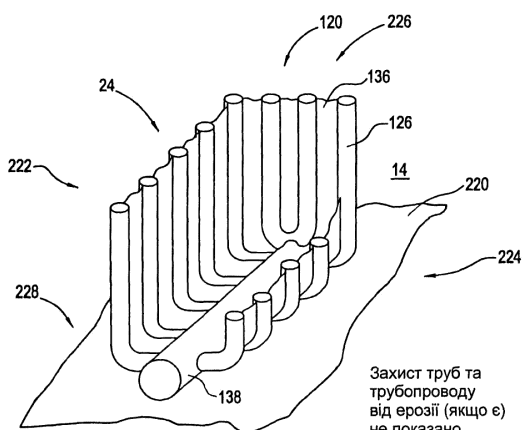


Fig. 37

Захист труб та
трубопроводу
від ерозії (якщо є)
не показано

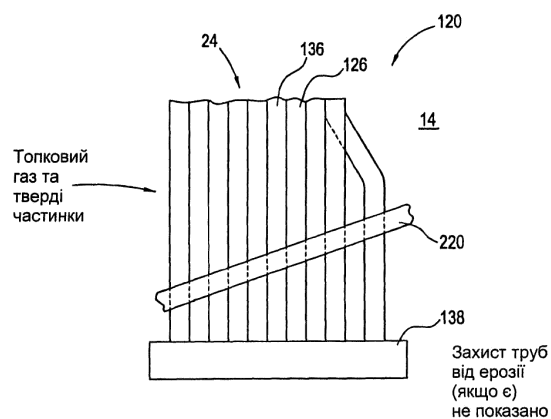


Fig. 38

Захист труб
від ерозії
(якщо є)
не показано

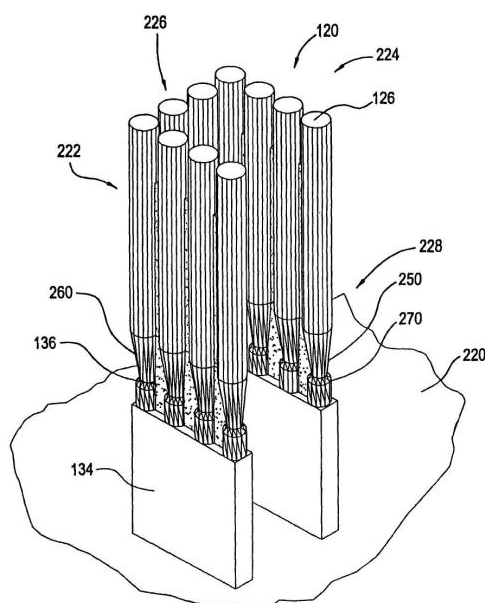


Fig. 39