



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **116358** (13) **C2**
(51) МПК (2018.01)
B01J 8/24 (2006.01)
F22B 31/00
F23C 10/20 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2015 04012	(72) Винахідник(и):	Маріамчик Михайл (US), Крафт Дейвід Л. (US), Александр Кіплін Сі. (US), Флінн Томас Джей. (US), Ху Шенгтенг (US)
(22) Дата подання заявки:	27.08.2013	(73) Власник(и):	БЕБКОК ЕНД УІЛКОКС ПАУЕ ДЖЕНЕРЕЙШОН ГРУП, ІНК., 20 S. Van Buren Avenue, Barberton, OH 44203, United States of America (US)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	12.03.2018	(74) Представник:	Войтенко Олександр Петрович, реєстр. №23
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	13/653,636	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	US 20110073049 A1, 31.03.2011 US 5365889 A, 22.11.1994 US 20060000143 A1, 05.01.2006 US 6699444 B1, 02.03.2004 US 5022164 A, 11.06.1991 UA 46077 C2, 15.05.2002
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	17.10.2012		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	US		
(41) Публікація відомостей про заявку:	10.07.2015, Бюл.№ 13		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	12.03.2018, Бюл.№ 5		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/US2013/056724, 27.08.2013		

(54) ЗАНУРЕНИЙ У ШАР ТВЕРДИХ РЕЧОВИН РЕГУЛЮВАЛЬНИЙ КЛАПАН З ПІДВИЩЕНОЮ НАДІЙНІСТЮ**(57) Реферат:**

Конфігурація немеханічного клапана для застосування з котлами з циркулюючим псевдозрідженим шаром (CFB) має реакційну камеру з циркулюючим псевдозрідженим шаром (CFB) та пузирчастий киплячий шар (BFB) усередині кожуха у нижній частині реакційної камери з циркулюючим псевдозрідженим шаром, при цьому пузирчастий киплячий шар містить занурений у шар теплообмінник (IBHX). Тверді речовини, які протікають з кожуха пузирчастого киплячого шару до реакційної камери циркулюючого псевдозрідженого шару, можна регулювати, застосовуючи один або більше немеханічних клапанів. Кожен з немеханічних клапанів незалежно регулюється завдяки застосуванню незалежно регульованих псевдозріджуючих засобів. Немеханічний клапан має колектори для збирання твердих речовин, які опали та проникли до псевдозріджуючого засобу клапана. Агломерати, які можуть блокувати клапан, видаляються. Стінки каналів, паралельні напрямку протікання твердих речовин крізь отвір клапана, можна запропонувати для зменшення зовнішньої взаємодії з локальним псевдозрідженням, щоб підтримувати належне функціонування немеханічного клапана.

UA 116358 C2

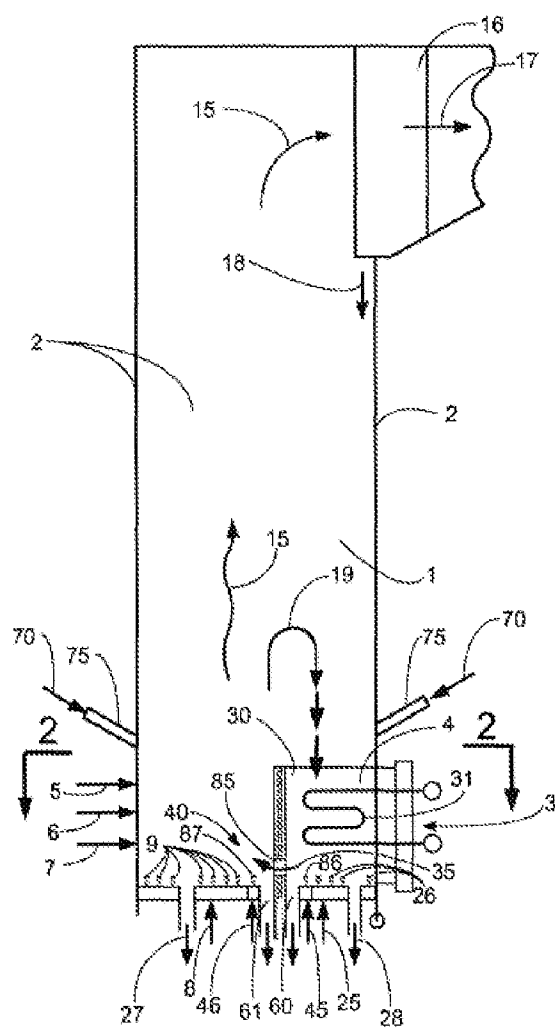


Fig. 1

Попередній рівень техніки

Цей винахід стосується, взагалі, галузі реакторів та котлів з циркулюючим псевдозрідженим шаром (CFB), таких, які застосовуються на об'єктах, що виробляють електроенергію, та на промислових об'єктах. Він, зокрема, стосується конфігурацій реакторів з циркулюючим псевдозрідженим шаром, які містять як матеріали постачання циркулюючого псевдозрідженого шару, так і матеріали постачання одного або більше пухиристих киплячих шарів (BFB) в нижню частину кожуха реактора з циркулюючим псевдозрідженим шаром, та немеханічних клапанів для регулювання руху твердих речовин, потік яких протікає між ділянкою (ділянками) повільного пухиристого киплячого шару та ділянками циркулюючого псевдозрідженого шару з високим ступенем псевдозрідження.

Реактори та котли можуть застосовувати циркулюючі псевдозріджені шари та пухиристі киплячі шари разом у різноманітних конфігураціях. Наприклад, патент США № 5,533,471 описує розташування повільного пухиристого киплячого шару нижче та збоку від днища камери з циркулюючим псевдозрідженим шаром, який рухається швидше. У патенті США № 5,526,775 повільний пухиристий киплячий шар знаходиться вище та збоку від швидкого циркулюючого псевдозрідженого шару. Патент США № 5,190,451 на ім'я Goldbach ілюструє камеру з циркулюючим псевдозрідженим шаром, яка має теплообмінник, занурений у псевдозріджений шар на нижньому кінці камери. Патент США № 5,184,671 на ім'я Alliston зі співавторами описує теплообмінник, який має численні ділянки псевдозрідженого шару. Цей винахід можна пристосувати для застосування з цими або іншими конфігураціями.

Цей винахід також стосується клапанів для регулювання руху твердих речовин, включаючи тверде паливо, між пухиристим киплячим шаром та циркулюючим псевдозрідженим шаром. Він стосується, зокрема, немеханічних клапанів для регулювання потоку гранульованих твердих речовин між псевдозрідженими шарами шляхом регулювання локального псевдозрідження біля отвору у стінці між кожухами. Згідно із загальним принципом такі клапани "відкриваються" внаслідок суттєвої аерації ділянки безпосередньо навколо отвору між кожухами, так що частинки "псевдозріджуються" та протікають крізь отвір подібно до рідини. Клапани "закриваються" внаслідок припинення або уповільнення псевдозрідження навколо тих же самих отворів, так що частинки більше не поводяться подібно до рідини та не протікають подібно до неї.

Наприклад, в патенті США № 6,532,905 на ім'я Belin зі співавторами описується котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром із зануреним у шар регульованим теплообмінником (IBHX). Котел включає як топку з циркулюючим псевдозрідженим шаром, так і окремо регульований теплообмінник пухиристого киплячого шару, який розташований усередині топки з циркулюючим псевдозрідженим шаром. Теплопередача у теплообміннику пухиристого киплячого шару регулюється шляхом регулювання швидкості твердих речовин, які виходять з нижньої частини пухиристого киплячого шару і потрапляють у більшу за розміром топку з циркулюючим псевдозрідженим шаром. Регулювання виходу твердих речовин можна здійснювати шляхом застосування принаймні одного немеханічного клапана між циркулюючим псевдозрідженим шаром та пухиристим киплячим шаром. Немеханічний клапан може приводитися до дії внаслідок регулювання швидкості потоку псевдозріджуючого газу біля клапана. Зменшення або повне припинення протікання псевдозріджуючого газу за допомогою регулюючих псевдозріджуючих засобів (звичайно, флюїдизуючих ковпачків) перешкоджає локальному псевдозрідженню та, як наслідок, уповільнює або припиняє рух твердих речовин крізь немеханічний клапан, що, у свою чергу, дозволяє регулювати рух твердих речовин, які виходять з пухиристого киплячого шару до циркулюючого псевдозрідженого шару (дивись, наприклад, опубліковану патентну заявку США № 2011/0073049 A1).

Одна проблема з немеханічним клапаном з попереднього рівня техніки згідно з Belin зі співавторами полягає у тому, що твердий матеріал шару може падати у псевдозріджуючі засоби (наприклад, флюїдизуючі ковпачки), особливо коли протікання псевдозріджуючого газу припиняється, що обмежує проходження твердих речовин крізь клапан. Проблема може бути особливо суворою для псевдозріджуючих засобів у режимі очікування, які розташовані поруч з флюїдизуючими засобами, що знаходяться в активному режимі. Це може блокувати потік псевдозріджуючого газу, коли він буде знову поданий, та може перешкоджати подальшому застосуванню немеханічного клапана.

Інша проблема, пов'язана зі зниженням швидкості потоку псевдозріджуючого газу біля немеханічного клапана, полягає в агломерації матеріалу шару. Відключення потоку псевдозріджуючого газу знижує локальне перемішування шару. Коли згорання твердих речовин шару триває, тоді може відбуватися локальне підвищення температури у шарі, наслідком чого може статися агломерація твердого матеріалу. Агломерація може також виникати будь-де у

котлі, при цьому агломерати з часом можуть рухатися у напрямку до немеханічного клапана разом з потоком інших твердих речовин у системі. Такі агломерати, які або утворюються біля клапанів, або накопичуються біля них, можуть з часом закупорювати клапан та перешкоджати його роботі.

Ще інша проблема, пов'язана з функціонуванням котлів з циркулюючим псевдозрідженим шаром, які містять пухиристий киплячий шар, полягає у тому, що інтенсивне псевдозрідження циркулюючого псевдозрідженого шару у топці може перешкоджати локальному псевдозрідженню біля немеханічного клапана. Це може перешкоджати регулюванню потоку твердих речовин, який виходить з пухиристого киплячого шару та потрапляє до циркулюючого псевдозрідженого шару крізь клапан, який залежить, принаймні частково, від регулювання псевдозрідження.

Суть винаходу

Цим винаходом пропонується покращений вузол немеханічного клапана, який можна застосовувати з котлами з псевдозрідженим шаром з попереднього рівня техніки, які включають, проте не обмежуються тільки ним, котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром, який описано у патенті США № 6,532,905 на ім'я Belin зі співавторами та який включає пухиристий киплячий шар, зв'язаний з циркулюючим псевдозрідженим шаром. Як згадувалося, немеханічні клапани можна застосовувати для регулювання потоку гранульованих твердих речовин між кожухами шляхом регулювання локального псевдозрідження біля отвору у стінці між кожухами. Звичайно такі клапани "відкриваються" внаслідок впорскування псевдозріджуючого газу у ділянку, яка знаходиться безпосередньо біля отвору між двома кожухами, так що тверді частинки у цій ділянці "псевдозріджуються", тобто поводяться подібно до рідини. Тверді частинки протікають крізь отвір у стінці, коли вони є псевдозрідженими. Клапани "закриваються" внаслідок припинення або уповільнення впорскування газу, тим самим припиняючи псевдозрідження біля отворів. За відсутності псевдозрідження тверді частинки більше не поводяться подібно до рідини або не протікають подібно до неї та, як наслідок, більше не протікають крізь отвір у стінці або, в іншому разі, рухаються крізь отвір з набагато нижчою швидкістю.

Цей винахід усуває проблеми, пов'язані з тимчасовим закриттям немеханічних клапанів, яке є наслідком зменшення або припинення потоку псевдозріджуючого середовища. Проблема опадання твердого матеріалу та проникнення його у псевдозріджуючі засоби, коли вимикається потік псевдозріджуючого газу, що, у свою чергу, спричиняє їх блокування, розв'язується завдяки застосуванню колекторів. Ці колектори звичайно розташовані нижче псевдозріджуючих засобів, так що тверді речовини, які опадають та проникають у псевдозріджуючі засоби, будуть падати у колектори та залишатися нижче рівня, на якому вони могли б блокувати потік псевдозріджуючого газу. Тверді речовини періодично або безперервно видаляються з колекторів, щоб їх рівень залишався достатньо низьким. У переважному варіанті здійснення колектори можна випорожнювати під час роботи котла, не припиняючи потік псевдозріджуючого середовища, ідеально - не порушуючи будь-яке ущільнення, яке запобігає витіканню псевдозріджуючого середовища.

У конфігурації клапана також пропонується засоби для видалення агломератів з потоку твердих речовин на основі, наприклад, їх більшого розміру або більшої ваги. Внаслідок цього зменшується ймовірність налипання великих агломератів усередині клапанів та блокування їх роботи. У переважному варіанті здійснення засоби для видалення загерметизовані проти тиску в топці, при цьому швидкість видалення твердих речовин з системи регулюється, а матеріал, який видаляється, охолоджується.

Цей винахід також ослаблює взаємний негативний вплив інтенсивного псевдозрідження у топці з циркулюючим псевдозрідженим шаром та регульованого псевдозрідження немеханічного клапана, розташованого між циркулюючим псевдозрідженим шаром та пухиристим киплячим шаром. Стінки, які видаються у пухиристий киплячий шар та/або циркулюючий псевдозріджений шар зі стінки кожуха пухиристого киплячого шару, утворюють канали або тунелі, які блокують поперечний рух твердих речовин біля отворів клапана. Ці стінки захищають отвір між циркулюючим псевдозрідженим шаром та пухиристим киплячим шаром від найбільш екстремального впливу інтенсивного перемішування твердих речовин циркулюючого псевдозрідженого шару, що, у свою чергу, покращує регулювання локального псевдозрідження та функціонування немеханічних клапанів.

У переважному варіанті здійснення, коли локальне псевдозрідження, що здійснюється за допомогою незалежно регульованих псевдозріджуючих засобів, припиняється, крізь немеханічний клапан або проходить лише невелика кількість твердих речовин, або тверда речовина не проходить крізь нього, тобто клапан є "закритим". Винахід описує, як створити

проходи між пухиристими киплячими шарами та циркулюючими псевдозрідженими шарами, які суттєво блокують потік частинок, подібно до L-клапану. Усі удосконалення цього винаходу можна застосовувати до ряду немеханічних клапанів, які регулюють потік гранульованого матеріалу між різними відсіками, які застосовують локальне псевдозрідження, особливо, коли

5 принаймні один відсік містить псевдозріджений шар.

Отже, один аспект цього винаходу стосується котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, який містить: реакційну камеру котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, яка містить бічні стінки та розподільну решітку, яка визначає днище на нижньому кінці реакційної камери котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, при цьому розподільна решітка

10 пристосована для постачання псевдозріджуючого газу до реакційної камери котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром; пухиристий киплячий шар, розташований усередині нижньої частини реакційної камери котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром та обмежений стінками кожуха та днищем реакційної камери котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром; принаймні один регульований занурений у шар теплообмінник, при

15 цьому занурений у шар теплообмінник займає частину днища реакційної камери котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром та знаходиться у межах стінок кожуха пухиристого киплячого шару; принаймні один немеханічний клапан, сконструйований так, щоб дозволити здійснювати регулювання відведення твердих речовини з пухиристого киплячого шару до реакційної камери котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, при цьому цей клапан

20 включає принаймні один отвір у стінці кожуха пухиристого киплячого шару та принаймні один незалежно регульований псевдозріджуючий засіб, розташований принаймні вище по потоку або нижче по потоку від отвору; принаймні один незалежно регульований псевдозріджуючий засіб, при цьому кожен засіб сполучений з відповідним засобом постачання псевдозріджуючого середовища, при цьому незалежно регульований псевдозріджуючий засіб пристосований для

25 регулювання швидкості потоку твердих речовин з пухиристого киплячого шару до реакційної камери котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, при цьому незалежно регульований псевдозріджуючий засіб регулюється окремо від розподільної решітки; незалежно регульований псевдозріджуючий засіб та засіб постачання псевдозріджуючого середовища, при цьому вони принаймні сполучені з колекторами або містять їх, при цьому колектори так пристосовані для

30 збирання твердих речовин у випадку опадання та проникнення твердих речовин у псевдозріджуючий засіб, щоб зібрані тверді речовини не перешкоджали постачанню псевдозріджуючого середовища; клапани для герметизації принаймні колекторів, псевдозріджуючого засобу або засобу постачання псевдозріджуючого середовища, щоб дозволити здійснювати видалення з колекторів твердих речовин, що опали, під час роботи

35 топки з циркулюючим псевдозрідженим шаром; згаданий немеханічний клапан також включає принаймні один засіб для видалення твердих речовин, пристосований для видалення агломератів та розташований принаймні вище по потоку або нижче по потоку від згаданого принаймні одного отвору у стінці кожуха пухиристого киплячого шару; засоби для видалення, кожен з яких сполучений з принаймні одним гвинтовим охолоджувачем, пристосованим для

40 герметизації від тиску в топці, для регулювання швидкості вивантаження твердих речовин через засоби для видалення та для охолодження вивантажних твердих речовин та агломератів; стінку кожуха пухиристого киплячого шару, яка містить набір стінок каналів, розташованих біля одного або більше отворів у стінці кожуха пухиристого киплячого шару, при цьому ці стінки каналів звичайно видаються зі стінки кожуха у принаймні циркулюючий псевдозріджений шар або

45 пухиристий киплячий шар, при цьому стінки каналів пристосовані для зменшення поперечного руху твердих речовин в одному або більше напрямках, перпендикулярних до напрямку відведення твердих речовин з пухиристого киплячого шару до циркулюючого псевдозрідженого шару.

Іще інший аспект цього винаходу стосується котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, який містить: реакційну камеру котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, яка містить бічні стінки та розподільну решітку для постачання псевдозріджуючого газу у реакційну камеру котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром; пухиристий киплячий шар у відсіку, який містить

50 принаймні одну стінку кожуха; принаймні один регульований занурений у шар теплообмінник, при цьому занурений у шар теплообмінник розташований усередині відсіку, який містить пухиристий киплячий шар; принаймні один немеханічний клапан, пристосований для

55 регулювання відведення твердих речовин з пухиристого киплячого шару до реакційної камери котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, при цьому цей клапан включає принаймні один отвір у стінці кожуха та принаймні один незалежно регульований псевдозріджуючий засіб, розташований принаймні вище по потоку або нижче по потоку від отвору; незалежно регульовані псевдозріджуючі засоби, кожен з яких сполучений із засобом постачання

60

псевдозріджуючого середовища, при цьому незалежно регульовані псевдозріджуючі засоби пристосовані для регулювання швидкості потоку твердих речовин з пухиристого киплячого шару до реакційної камери котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, при цьому незалежно регульовані псевдозріджуючі засоби регулюються окремо від розподільної решітки; та

5 колектори, сполучені з одним або більше незалежно регульованими псевдозріджуючими засобами, при цьому колектори так пристосовані для збирання твердих речовин у випадку опадання та проникнення твердих речовин у псевдозріджуючі засоби, щоб зібрані тверді речовини не перешкоджали постачанню псевдозріджуючого середовища.

10 Іще інший аспект цього винаходу стосується конфігурації немеханічного клапана для вибіркового регулювання потоку частинок твердих речовин між двома відсіками, де принаймні один зі згаданих відсіків містить псевдозріджений шар, при цьому ця конфігурація немеханічного клапана включає: стінку кожуха, яка відокремлює ці два відсіки; отвір у стінці кожуха, який зв'язує ці два відсіки; незалежно регульований псевдозріджуючий засіб, розташований

15 принаймні вище по потоку або нижче по потоку від отвору, при цьому незалежно регульований псевдозріджуючий засіб сполучений із засобом постачання псевдозріджуючого середовища та пристосований для вибіркового регулювання потоку частинок твердих речовин крізь отвір; один або більше колекторів, сполучених з незалежно регульованими псевдозріджуючими засобами, при цьому колектори так пристосовані для збирання будь-яких твердих речовин, що потрапляють до псевдозріджуючих засобів, щоб зібрані тверді речовини не перешкоджали

20 постачанню псевдозріджуючого середовища до псевдозріджуючих засобів; та один або більше незалежно регульованих засобів для видалення твердих речовин, розташованих принаймні вище по потоку або нижче по потоку від отвору, при цьому засоби для видалення пристосовані для видалення твердих речовин та агломератів.

Ці та інші необмежувальні аспекти та/або об'єкти розкриття винаходу докладніше описано

25 далі.

На різні ознаки новизни, які характеризують винахід, особливо вказується у формулі винаходу, яка додається та яка утворює частину цього розкриття винаходу. Для кращого розуміння винаходу, переваг його функціонування та специфічних об'єктів, які притаманні завдяки його застосуванню, робляться посилання на супроводжувальний ілюстративний

30 матеріал та опис, у яких ілюструється переважний варіант здійснення винаходу.

Стислий опис ілюстративного матеріалу

В ілюстративному матеріалі:

фіг. 1 - це схематичний частковий вид збоку котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, який містить топку або реакційну камеру з циркулюючим псевдозрідженим шаром, сепаратор

35 частинок, пухиристий киплячий шар, що містить занурений у шар теплообмінник (IBHX), та немеханічний клапан, який відокремлює топку з циркулюючим псевдозрідженим шаром від пухиристого киплячого шару;

фіг. 2, розріз 2 - 2 з фіг. 1, - це вид зверху котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, топку з циркулюючим псевдозрідженим шаром, пухиристого киплячого шару та зануреного у

40 шар теплообмінника;

фіг. 3 - це збільшений частковий вид у боковому розрізі немеханічного клапана винаходу, який відокремлює пухиристий киплячий шар та топку з циркулюючим псевдозрідженим шаром;

фіг. 4 - це збільшений частковий вид у боковому розрізі альтернативного варіанта здійснення немеханічного клапана винаходу, який відокремлює пухиристий киплячий шар та

45 топку з циркулюючим псевдозрідженим шаром;

фіг. 5A - це перспективний вид зверху стінки кожуха між пухиристим киплячим шаром та циркулюючим псевдозрідженим шаром, при цьому стінка містить немеханічні клапани та стінки каналів, які видаються зі стінки кожуха, при цьому частина стінки кожуха видалена для покращення наочності;

50 фіг. 5B - це збільшений вид частини стінки кожуха з фіг. 5A, де частина покриття стінки видалена, щоб продемонструвати труби усередині стінки;

фіг. 6 - це частковий перспективний вид зверху альтернативного влаштування отворів у стінці кожуха між пухиристим киплячим шаром та циркулюючим псевдозрідженим шаром та стінок каналів, які видаються зі стінки кожуха, при цьому частина стінки видалена для

55 покращення наочності;

фіг. 7 - це частковий перспективний вид зверху отворів в іншій стінці кожуха між пухиристим киплячим шаром та циркулюючим псевдозрідженим шаром та стінок каналів, з'єднаних поверхнею верхнього містка, що видаються зі стінки кожуха, при цьому частина стінки видалена для покращення наочності; та

60 фіг. 8A та 8B - це види збоку у розрізі двох варіантів здійснення влаштування немеханічного

клапана, які включають канали, при цьому канали мають такі розміри, що вони пристосовані для припинення протікання твердих речовин крізь них за умови відсутності псевдозрідження.

Докладний опис

Більш повне розуміння процесів та пристроїв, описаних у цьому описі винаходу, можна отримати завдяки супроводжувальному ілюстративному матеріалу. Ці фігури є лише схематичним представленням, та їх побудовано на підставі зручності та легкості демонстрування існуючого попереднього рівня техніки та/або дану розробку, та вони, отже, не призначені вказувати відносний розмір та габарити вузлів та компонентів винаходу.

Незважаючи на те, що специфічні терміни застосовуються у наступному описі заради ясності, ці терміни призначені означати тільки особливу структуру варіантів здійснення, вибраних для демонстрування в ілюстративному матеріалі, та вони не призначені визначати або обмежувати обсяг розкриття винаходу. В ілюстративному матеріалі та наведеному далі описі слід розуміти, що подібні числові посилання позначають компоненти з подібною функцією.

Визначення "приблизно", що застосовується у зв'язку з кількістю, включає заявлене значення та має значення, яке зумовлюється контекстом (наприклад, воно включає принаймні ступінь похибки, пов'язаної з вимірюванням певної кількості). Коли його застосовують зі специфічним значенням, тоді його також слід розглядати як таке, що розкриває це значення. Наприклад, термін "приблизно 2" також розкриває значення "2", а діапазон "від приблизно 2 до приблизно 4" також розкриває і діапазон "від 2 до 4".

Як відомо фахівцям у цій галузі, поверхні теплообміну, які передають суміші пари-води, звичайно називаються випарними поверхнями котлів; поверхні теплообміну, які передають крізь себе пару, звичайно називаються поверхнями пароперегріву (або поверхнями проміжного нагріву, залежно від пов'язаної конфігурації парової турбіни). Незважаючи на тип поверхні нагріву, розміри труб, їх матеріал, діаметр, товщина стінок, кількість та конфігурація зумовлюються робочими температурами та тиском згідно зі стандартами проектування, які можна застосовувати до котлів, такими як розділ I "Стандарту проектування котлів та корпусів під тиском" Американського товариства інженерів-механіків (American Society of Mechanical Engineers (ASME) Boiler and Pressure Vessel Code, Section I), або згідно з іншими еквівалентними стандартами, які відповідають законодавству.

Доки пояснення певної термінології або принципів галузі, що стосується теплообмінників, котлів та/або парогенераторів, будуть необхідними для розуміння цього опису винаходу та для більш повного обговорення котлів з циркулюючим псевдозрідженим шаром або конструкції сучасних комунальних та промислових котлів, читач відсилається до публікації *Steam/its generation and use*, 41st Edition, Kitto and Stultz, Eds., Copyright © 2005, The Babcock & Wilcox Company, Barberton, Ohio, U.S.A., Lib. of Congress No. 92-74123, текст якої включено до цього опису винаходу у його повному обсязі шляхом посилання.

Цей винахід розв'язує декілька проблем, з якими стикаються стосовно немеханічних клапанів для регулювання псевдозріджуючого середовища з попереднього рівня техніки. В особливо переважному варіанті здійснення, описаному у цьому описі винаходу з метою продемонструвати винахід, покращений немеханічний клапан застосовується з котлом з циркулюючим псевдозрідженим шаром, який містить як реакційну камеру з циркулюючим псевдозрідженим шаром, так і пухиристий киплячий шар із зануреним у шар теплообмінником, розташованим усередині реакційної камери.

Звернемося зараз до ілюстративного матеріалу, де подібні числові посилання позначають однакові або подібні елементи в усьому ілюстративному матеріалі. Фіг. 1 та 2 демонструють переважну систему котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, яка містить реакційну камеру або топку 1 з циркулюючим псевдозрідженим шаром та використовує цей винахід. Топка містить стінки 2 та занурений у шар теплообмінник (IBHX) 3, занурений у пухиристий киплячий шар 4, розташований усередині реакційної камери 1. Поверхня нагріву зануреного у шар теплообмінника 3, яка поглинає тепло від пухиристого киплячого шару 4, може бути пароперегрівачем, проміжним підігрівачем, економайзером або комбінаціями подібних поверхонь нагріву, які відомі фахівцям у цій галузі. Поверхня нагріву зануреного у шар теплообмінника звичайно містить труби або трубки 31, крізь які проходить теплопередавальне середовище, таке як вода, двофазна суміш води та пари або пара.

Циркулюючий псевдозріджений шар може містити тверді речовини, які складаються з палива 5, золи від палива 5, сорбенту 6 та, у деяких випадках, зовнішнього інертного матеріалу 7, який надходить крізь принаймні одну стінку 2 топки. Багато інших можливих твердих компонентів відомі фахівцям у цій галузі. Циркулюючий псевдозріджений шар псевдозріджується внаслідок впорскування первинного повітря 8 та/або інших газів. Псевдозріджуюче повітря переважно постачається крізь розподільну решітку 9, яка може

включати частину днища топки та яка звичайно містить флюїдизуючі ковпачки.

Деякі тверді речовини 15 підхоплюються угору газами, утвореними в результаті згорання палива, та зрештою досягають сепаратора 16 частинок, розташованого біля виходу топки. У той час, коли деякі тверді речовини 17 проходять крізь сепаратор, основна частина твердих речовин 18 захоплюється та повертається назад до топки. Частина захоплених твердих речовин 18, разом з іншими твердими речовинами 19, які випадають з висхідного потоку 15 твердих речовин під впливом сили тяжіння, потрапляють до пухиристого киплячого шару 4.

Пухиристий киплячий шар 4 псевдозріджується псевдозріджуючим середовищем 25, яке постачається крізь розподільну решітку 26, яка може складати частину днища топки. Ця частина буде звичайно решіткою, окремою від розподільної решітки 9, яка псевдозріджує циркулюючий псевдозріджений шар. Як добре відомо фахівцям у цій галузі, найбільш загальна конструкція розподільної решітки буде представляти собою набір флюїдизуючих ковпачків, які живляться від відповідного джерела псевдозріджуючого середовища. Флюїдизуючий ковпачок складається з самого флюїдизуючого ковпачка та впускної трубки, яку звичайно називають стрижнем та яка взаємно сполучає псевдозріджуюче середовище та псевдозріджений шар. Псевдозріджуючий газ передається угору уздовж стрижня до флюїдизуючого ковпачка, з якого він розповсюджується до псевдозрідженого шару через набір вихідних отворів. Струмені псевдозріджуючого газу, які виходять з вихідних отворів, проникають до псевдозріджених частинок твердих речовин циркулюючого псевдозрідженого шару або пухиристого киплячого газу у ділянці навколо кожного флюїдизуючого ковпачка.

Засоби (27 та 28, відповідно) для видалення твердих речовин з циркулюючого псевдозрідженого шару та пухиристого киплячого шару переважно розташовані у відповідних ділянках днища.

Пухиристий киплячий шар 4 відокремлений від циркулюючого псевдозрідженого шару стінкою 30 кожуха, яка містить один або більше немеханічних клапанів 40. Швидкість повернення 35 твердих речовин назад до циркулюючого псевдозрідженого шару крізь один або більше немеханічних клапанів 40 регулюється шляхом регулювання одного або більше потоків 45 та 46 псевдозріджуючого середовища. Ці потоки псевдозріджуючого середовища переважно проходять крізь один або більше незалежно регульованих псевдозріджуючих засобів 86, 87, 94, 95, які розташовані вище по потоку (у напрямку до пухиристого киплячого шару) та/або нижче по потоку (у напрямку до циркулюючого псевдозрідженого шару) від отвору (отворів) 85 у стінці 30 кожуха (фіг. 3 - 4).

Потік газу поруч з немеханічним клапаном примушує тверді речовини виходити з нижньої частини пухиристого киплячого шару 4 до циркулюючого псевдозрідженого шару 1. Незалежне регулювання швидкості цих потоків, наприклад, вмикання або вимикання їх в альтернативних циклах, дозволяє надати рівномірності швидкості виходу твердих речовин. Особливі режими регулювання псевдозріджуючого середовища (частота циклу, тривалість циклу тощо) залежать від властивостей матеріалу шару та робочих вимог котла, та їх слід затвердити під час введення котла в експлуатацію.

Потоки 45, 46 псевдозріджуючого газу переважно регулюються незалежно розподільною решіткою 9 циркулюючого псевдозрідженого шару та розподільною решіткою 26 пухиристого киплячого шару, та їх можна регулювати незалежно один від одного, проте, більш переважно, вони регулюються узгоджено один з одним під час роботи. Як застосовується у формулі винаходу, термін "незалежно регульовані псевдозріджуючі засоби" завжди означає псевдозріджуючі засоби, які можна регулювати незалежно розподільними решітками 9, 26 та які переважно, проте необов'язково, є незалежними від інших незалежно регульованих псевдозріджуючих засобів у тому ж самому ряді або в інших рядах. В одному переважному варіанті здійснення незалежно регульовані псевдозріджуючі засоби розташовані у конфігурації від одного до шести рядів з кожного одного або обох боків стінки 30 кожуха, при цьому кожен ряд включає набір флюїдизуючих ковпачків. У найбільш переважному варіанті здійснення псевдозріджуючі засоби у кожному ряду регулюються разом як ряд, проте кожен ряд можна регулювати окремо від будь-яких інших рядів та окремо від розподільних решіток 9, 26. Звичайно, кожен ряд буде паралельним до стінки 30 кожуха, при цьому стінка має один або більше отворів 85. Отже, регулювання псевдозрідженням у кожному ряді може впливати на більш ніж один клапан 40, якщо цей ряд знаходиться поруч з більше ніж одним отвором 85. Проте, також можливі варіанти здійснення, при яких кожен клапан регулюється окремо та при яких псевдозріджуючі засоби не регулюються як ряд.

Фахівці у цій галузі розуміють, що немеханічні клапани 40 можуть включати отвори 85 у стінці, незалежно регульовані псевдозріджуючі засоби 86, 87, 94, 95, засоби 60 для видалення твердих речовин та інші компоненти при широкій варіації конфігурацій. Фіг. 5А демонструє

варіант здійснення, подібний до прикладу з фіг. 3. На Фіг. 3 та 5А засоби 60, 61 для видалення твердих речовин розташовані безпосередньо з двох сторін кожного отвору 85. Ззовні кожного засобу 60, 61 для видалення твердих речовин існує єдиний ряд незалежно регульованих псевдозріджуючих засобів 86, 87. Флюїдизуючі ковпачки поза цього єдиного ряду незалежно регульованих псевдозріджуючих засобів складають розподільні решітки 26 та 9 пухиристого киплячого шару та циркулюючого псевдозрідженого шару, відповідно. Фіг. 6 демонструє варіант здійснення, подібний до прикладу з фіг. 4. З кожного боку стінки 30 кожуха існує єдиний ряд незалежно регульованих псевдозріджуючих засобів 94, 95, за якими розташовані засоби 60, 61 для видалення твердих речовин, за якими розташований іще один ряд незалежно регульованих псевдозріджуючих засобів 86, 87 у прикладі з фіг. 4 та іще два ряди у прикладі з фіг. 6. Фіг. 7 демонструє інший альтернативний варіант здійснення, де не усі незалежно регульовані псевдозріджуючі засоби мають у повних рядах. Флюїдизуючі ковпачки двох незалежно регульованих псевдозріджуючих засобів розташовані безпосередньо з кожної сторони кожного отвору 85, хоча ряди, розташовані найближче до отворів, не є безперервними між отворами 85 клапанів 40.

Незалежно регульовані псевдозріджуючі засоби 86, 87, 94, 95 є звичайно флюїдизуючими ковпачками, проте можливі інші варіанти здійснення. Незалежно регульовані псевдозріджуючі засоби можуть включати флюїдизуючі ковпачки такого самого типу, як і у розподільних решітках 9, 26, або можуть мати інші форми.

Стінка 30 кожуха переважно виконана з труб або трубок 50, які охолоджуються водою або паром. Труби звичайно є захищеними від ерозії та корозії захисним шаром, який звичайно утворений з вогнетривкого матеріалу, який кріпиться за допомогою шпильок, приварених до труб. Труби можуть бути горизонтальними, як показано на фіг. 5В, вертикальними або можуть бути влаштовані іншим чином. Фіг. 3 та 4 демонструють розріз труб 50 усередині стінки 30 кожуха. Фіг. 2 демонструє приклад труби 50 усередині стінки 30 кожуха, як описано вище. Труби можуть довільно подовжуватися у стінки 100 каналів та поверхні 105 містка, якщо вони є присутніми.

У переважному варіанті здійснення вторинне повітря 70 або інший газ постачається через сопла 75. Сопла 75 звичайно розташовані на протилежних стінках 2 топки з циркулюючим псевдозрідженим шаром дещо вище днища топки.

Фіг. 3 демонструє збільшене зображення переважного варіанта здійснення немеханічного клапана 40 та ділянки навколо нього. Цей клапан містить отвір 85 у стінці 30 кожуха та незалежно регульовані псевдозріджуючі засоби 86 та 87, розташовані вище по потоку та нижче по потоку від отвору 85, відповідно. Ці псевдозріджуючі засоби можна втілювати як набір флюїдизуючих ковпачків, з'єднаних з відповідними джерелами 47 та 48 псевдозріджуючого середовища, 45 та 46, відповідно. Кожен псевдозріджуючий засіб, тобто 86 або 87, може включати декілька груп флюїдизуючих ковпачків, при цьому до кожної групи постачається псевдозріджуюче середовище від свого власного відповідного джерела 47 або 48 зі швидкістю потоку, яка регулюється незалежно для кожної групи. Така група може бути влаштована у вигляді ряду флюїдизуючих ковпачків, паралельних стінці 30 кожуха, яка містить отвір 85. Можливо, щоб у деяких конструкціях застосовувався лише один засіб (або вище по потоку, або нижче по потоку від отвору 85), а інший не був присутнім. Можливо мати набір отворів 85, які мають або окремі, або спільні псевдозріджуючі засоби 86, 87, так що усі отвори 85 можуть регулюватися як група, або кожен отвір 85 може регулюватися окремо.

Як добре відомо фахівцям у цій галузі, найбільш загальним варіантом здійснення розподільної решітки, такої як 9 для циркулюючого псевдозрідженого шару або 26 для пухиристого киплячого шару, буде набір флюїдизуючих ковпачків, до яких постачається псевдозріджуюче середовище від відповідного джерела, тобто 8 для циркулюючого псевдозрідженого шару та 25 для пухиристого киплячого шару. Для того, щоб запобігти ерозії флюїдизуючих ковпачків (або інших псевдозріджуючих засобів), розташованих поблизу отвору 85, від потоку твердих речовин, який проходить крізь отвір, верхівки флюїдизуючих ковпачків не повинні бути вищими за рівень нижньої границі отвору.

Немеханічний клапан 40 переважно обладнаний засобами 60 та 61 для видалення твердих речовин. Засоби 60 та 61 для видалення твердих речовин пристосовані для сприяння проходженню для видалення агломератів, які можуть утворюватися поблизу отвору або переміщуватися туди, та вибірково видаленню агломератів з решти твердих речовин на підставі, наприклад, їх більшого розміру та ваги. Засоби 60 та 61 для видалення твердих речовин переважно розташовані вище по потоку та нижче по потоку від отвору 85, проте їх положення та кількість можуть варіюватися. Наприклад, засоби для видалення твердих речовин можуть знаходитися лише з однієї сторони від кожного отвору стінки, а між засобами для

видалення та найближчим отвором у стінці можуть або знаходитися, або не знаходитися псевдозріджуючі засоби. Переважно, засоби 60 та 61 для видалення твердих речовин регулюються окремо. Переважно, засоби 60 та 61 для видалення загерметизовані щодо тиску в топці та для того, щоб регулювати вивантаження твердих речовин. Цього можна досягти, застосовуючи гвинтові охолоджувачі 88 та 89, які пристосовані для охолодження твердих речовин, що вивантажуються, або застосовуючи інші засоби, відомі фахівцям у цій галузі.

Незалежно регульовані псевдозріджуючі засоби 86, 87, 94, 95 переважно з'єднані з відповідними колекторами 92 та 93. Псевдозріджуюче середовище 45 та 46 переважно постачається до верхніх частин колекторів 92 та 93, відповідно, звідки воно розподіляється до відповідних псевдозріджуючих засобів. Якщо відбувається опадання та проникнення твердих речовин, коли подача псевдозріджуючого середовища припиняється, то тверді речовини, які попали до псевдозріджуючих засобів 86 та 87, мусять опинитися у колекторах 92 та 93. Рівень накопичених твердих речовин у колекторах 92 та 93 повинен підтримуватися нижчим за рівень висоти розташування місць постачання псевдозріджуючого середовища 45 та 46, так що тверді речовини, що опали, не впливають на роботу псевдозріджуючих засобів 86 та 87.

Альтернативно, засоби 92 та 93 для збирання твердих речовин, що опали, можуть також відокремлюватися від шляху псевдозріджуючого середовища 45, 46 до відповідного псевдозріджуючого засобу. Наприклад, фіг. 4 демонструє варіант здійснення, де псевдозріджуюче середовище 45 та 46 постачається у розташовані посередині труб точки, а труби проходять угору до псевдозріджуючих засобів 94 та 95, відповідно, та униз до ділянок, де тверді речовини можуть збиратися на відстані від шляху псевдозріджуючого середовища. Фахівці у цій галузі, застосовуючи цю концепцію, зможуть сконструювати різні засоби для збирання або уловлювання твердих речовин, що опали, без блокування псевдозріджуючого середовища. Можуть бути бажаними деякі варіанти здійснення, де псевдозріджуюче середовище не проходить через колектори 92 та 93.

У переважному варіанті здійснення колектори 92, 93 можуть спорожнітися під час роботи топки та без відключення тиску псевдозріджуючого середовища 45, 46 до будь-якого псевдозріджуючого засобу. Герметизацію колекторів 92 та 93 під час видалення твердих речовин, що опали, можна здійснювати за допомогою поворотних клапанів 96 та 97 або за допомогою інших засобів, відомих фахівцям у цій галузі. Наприклад, поворотний клапан можна застосовувати для видалення з днища колектора твердих речовин, що опали, при цьому колектор залишається під тиском, а прямий шлях для витoku псевдозріджуючого середовища не відкривається. Альтернативно, колектори самі по собі можуть тимчасово герметизуватися від тиску псевдозріджуючого середовища під час спорожнення. Переважно, щоб можна було підтримувати потоки 45 та 46 псевдозріджуючого середовища у той час, коли колектори 92 та 93 спорожнюються, щоб запобігти опаданню та проникненню додаткових твердих речовин під час спорожнення та сприяти безперервній роботі системи котла.

Незалежно регульовані псевдозріджуючі засоби 86, 87, 94, 95 можуть розташовуватися з будь-якого одного або з обох боків засобів 60 та 61 для видалення твердих речовин. Приклад останньої конфігурації наведено на фіг. 4. З кожної сторони кожного отвору 85 може бути більш ніж один псевдозріджуючий засіб або набір рядів псевдозріджуючих засобів. Наприклад, фіг. 6 демонструє варіант здійснення, який має три ряди незалежно регульованих псевдозріджуючих засобів 86, 87, 94, 95 з кожної сторони кожного отвору 85. Псевдозріджуючі засоби та засоби для видалення можна ефективно застосовувати у різноманітних конфігураціях, та винахід не обмежується прикладами варіантів здійснення, зображеними на фіг. 3 - 7.

Кожен псевдозріджуючий засіб 86 та 87 або кожна частина кожного псевдозріджуючого засобу (наприклад, коли псевдозріджуючий засіб включає набір флюїдизуючих ковпачків) можуть забезпечуватися псевдозріджуючим середовищем 45 та 46 або окремо, або зі спільних джерел псевдозріджуючого середовища 47 та 48 разом з іншими пристроями. Подібно до цього, засоби 92 та 93 для збирання твердих речовин можуть бути спільними або можуть не бути спільними.

Можна застосовувати конфігурації, де різні псевдозріджуючі середовища можуть вибірково постачатися до кожного псевдозріджуючого засобу - такі як звичайне повітря або повітря зі зниженим вмістом кисню.

Автори винаходу визначили, що значна турбулентність циркулюючого псевдозрідженого шару може перешкоджати псевдозрідженню біля суміжних немеханічних клапанів. Це може впливати на здатність таких немеханічних клапанів регулювати швидкість відведення твердих речовин, наприклад, з пухиристого киплячого шару до топки з циркулюючим псевдозрідженим шаром.

Автори винаходу визначили, що можливість регулювати швидкість відведення твердих

речовин можна покращити шляхом утворення каналів, паралельних напрямку відведення твердих речовин. Такі канали сприяють безперешкодному руху твердих речовин крізь отвір, але запобігають руху шару в інших напрямках. Ці канали можна утворити, наприклад, за допомогою стінок 100 збоку від отворів 85. Кожна стінка видається зі стінки 30 кожуха у принаймні циркулюючий псевдозріджений шар та/або пухиристий киплячий шар, переважно на відстань, яка дорівнює принаймні половині ширини отвору. Стінки каналів уповільнюють поперечний рух матеріалу шару у напрямках, перпендикулярних напрямку відведення твердих речовин з пухиристого киплячого шару до циркулюючого псевдозрідженого шару. Необмежувальні приклади конфігурацій стінок 100 та їх розташування відносно отвору 85 дивись на фіг. 5А, 6 та 7. Верхівки стінок 100 над отвором (отворами) можна також з'єднати містком за допомогою поверхні 105, щоб обмежити вертикальний рух матеріалу шару біля отвору 85. Поверхня 105 містка може зменшувати вертикальний рух матеріалу шару, який також є перпендикулярним до напрямку відведення твердих речовин з пухиристого киплячого шару до топки з циркулюючим псевдозрідженим шаром. Поверхні 105 містка видаються у принаймні циркулюючий псевдозріджений шар та/або пухиристий киплячий шар, переважно видаються принаймні на відстань, що дорівнює відстані виступу стінок 100 (фіг. 7). Цей аспект винаходу – застосування стінок 100, паралельних напрямку потоку твердих речовин, для обмеження перпендикулярного руху – можна застосовувати до різноманітних поверхонь розділу, коли псевдозріджені тверді речовини розташовані з однієї або з обох сторін цих поверхонь.

Подібно до інших частин стінки 30 кожуха, стінки 100 та місткові поверхні 105 можуть містити труби 50, які охолоджуються водою або парою та переважно покриті вогнетривким матеріалом, вогнетривкою цеглою або подібною речовиною.

Розмір, форма та довжина отвору 85 здатні відігравати роль у регулюванні потоку гранульованих твердих речовин зі сторони пухиристого киплячого шару стінки 30 кожуха до сторони топки 1 з циркулюючим псевдозрідженим шаром. У переважному варіанті здійснення тверді речовини не будуть суттєво протікати зі сторони пухиристого киплячого шару крізь отвір 85 до сторони циркулюючого псевдозрідженого шару стінки 30 кожуха, якщо тверді речовини не будь принаймні дещо псевдозрідженими. Переважно, стійкий потік крізь отвір 85 можна відновити, застосовуючи псевдозріджуючі засоби 86, 87, 94, 95.

Ділянка усередині стінки 30 кожуха, яка може бути пухиристим киплячим шаром в умовах псевдозрідження, у комбінації з отвором 85 належного розміру, може разом функціонувати як L-клапан для регулювання потоку гранульованих твердих речовин крізь отвір. Як відомо фахівцям у цій галузі, L-клапани дозволяють надійно регулювати швидкість потоку твердих речовин, включаючи повне припинення потоку.

Геометрія L-клапана, необхідна для регулювання швидкості потоку, залежить від властивостей твердих речовин, зокрема кута природного укосу твердих речовин. У той час, коли найбільша частина звичайного матеріалу шару, що виробляється при згоранні у циркулюючому псевдозрідженому шарі, має кут природного укосу у діапазоні від 35 до 40°, в атипових випадках кут природного укосу може становити діапазон 30-45°. Якщо кут природного укосу становить діапазон 35-40°, то мінімальне відношення глибини до висоти (відношення "горизонтальний розмір:вертикальний розмір") каналу 85, яке є необхідним для припинення потоку твердих речовин, становить приблизно 1,4 – 1,2 для найбільш звичайних випадків. Це відношення може бути великим, таким як 1,7, або малим, таким як 1,0, у незвичайних випадках. Дивись фіг. 8А та 8В. Кут природного укосу твердих речовин, таких як зола від палива, стосовно якого пристосована конструкція даного котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, можна застосовувати для розрахунку бажаних розмірів отвору каналу 85 залежно від того, наприклад, чи бажано або ні, щоб тверді речовини протікали крізь отвір 85 за умови відсутності псевдозрідження.

Стінки 100 та місткові поверхні 105, які обговорюються вище, можуть, доволіно, бути сконструйовані так, щоб функціонувати як частина L-клапана на додаток до регулювання поперечного руху псевдозрідження.

Окрім описаних вище варіантів здійснення, які застосовують стінки 100, 105, канали можна утворити іншим чином, наприклад, використовуючи товщину стінки 30 кожуха, утворенням отвору 85 за допомогою трубки 110 або іншими засобами, які будуть зрозумілими фахівцям у цій галузі. Два приклади проілюстровано на фіг. 8. Компоненти каналів, такі як стінки 100, місткові поверхні 105 або трубки 110, можна виготовити з різних матеріалів, які б могли витримувати умови топки з циркулюючим псевдозрідженим шаром: кераміки, вогнетривкої цегли, труб, покритих вогнетривким матеріалом, тощо та їх комбінації, наприклад, покритих вогнетривким матеріалом труб та керамічних деталей.

Відведення твердих речовин крізь один або більше немеханічних клапанів 40 можна

припинити шляхом припинення псевдозрідження відповідними незалежно регульованими псевдозріджуючими засобами 86, 87, 94, 95. Це, проте, може спричинити агломерацію твердих речовин у шарі, який знаходиться у тимчасовому застої біля вимкненого клапана. Це є особливо вірним, коли безперервне згорання спричиняє локалізоване підвищення температури. Оскільки утворення агломератів звичайно є повільним процесом, то його можна попередити шляхом періодичного псевдозрідження шару, який знаходиться у стані застою. Таке псевдозрідження може бути коротким відносно тривалості неробочого періоду, щоб мінімізувати його вплив на загальну швидкість відведення, проте воно мусить бути достатньо тривалим, щоб зруйнувати та попередити утворення агломератів на ранній стадії. Наприклад, ділянки, прилеглі до отворів у стінці або інших ділянок, можна піддати псевдозрідженню протягом коротких періодів часу з проміжками більш тривалих періодів без псевдозрідження.

Як обговорюється, локальне зменшення псевдозрідження може стати причиною тепловиділення у місці внаслідок безперервного згорання, що спричиняє утворення агломератів. Отже, іноді бажано знизити швидкість локального тепловиділення у ділянках шару, де змішування можна (принаймні тимчасово) зменшити, таких як ділянки біля отвору 85, щоб зменшити ймовірність утворення там агломератів. Зниження швидкості тепловиділення навколо отвору 85 можна здійснювати шляхом застосування псевдозріджуючого середовища 45 та 46 зі знизеним вмістом кисню, наприклад, топкового газу. Залежно від складу палива, золи та інших твердих речовин зниження вмісту кисню у псевдозріджуючому середовищі до 15 % може бути достатнім для попередження агломерації. В інших випадках вміст кисню в ньому слід знизити до 12 % або навіть настільки низько, як 9 % або 6 %, щоб досягти відповідного охолодження. Середовище з низьким вмістом кисню можна застосовувати у комбінації зі способом переміжного псевдозрідження, щоб запобігти утворенню агломератів.

Фахівцям у цій галузі буде зрозуміло, що покращені немеханічні клапани цього винаходу, які включають: засоби 60 та 61 для видалення агломератів, засоби 92 та 93 для збирання твердих речовин, що опали, які є сполученими з псевдозріджуючими засобами 86, 87, 94, 95, стінки 100 та 105 перпендикулярних каналів, отвори клапана, які мають специфічні відношення глибини до висоти, та/або інші описані покращення, можна застосовувати у різноманітних котлах та інших відомих у цій галузі пристроях, які містять псевдозріджені шари. Необмежувальні приклади описано у патентах, вказаних вище у розділі "Попередній рівень техніки", а також у текстах, таких як *Steam/its generation and use*, 41st Edition, Kitto and Stultz, Eds., Copyright © 2005, The Babcock & Wilcox Company, Barberton, Ohio, U.S.A., pp. 17-1 – 17-15. Lib. of Congress No. 92-74123.

Цей опис винаходу було виконано з посиланням на приклади варіантів здійснення. Очевидно, що модифікації та зміни виникнуть у інших після прочитання та розуміння попереднього докладного опису. Наполягаємо, що цей опис винаходу побудовано як такий, що включає усі такі модифікації та зміни, доки вони відповідають обсягу формули винаходу, що додається, або її еквівалентам.

У той час, коли специфічні варіанти здійснення цього винаходу було продемонстровано та описано докладно для того, щоб проілюструвати застосування та принципи винаходу, буде зрозуміло, що це не призначено для обмеження ними цього винаходу, та що цей винахід можна здійснити іншим чином, не відхиляючись від таких принципів. У деяких варіантах здійснення винаходу певні ознаки винаходу можна іноді застосовувати заради переваги без відповідного застосування інших ознак. Отже, усі такі зміни та варіанти здійснення відповідним чином відповідають обсягу наступної формули винаходу.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром, який містить:

реакційну камеру котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, яка містить бічні стінки та розподільну решітку, яка визначає днище на нижньому кінці реакційної камери котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, при цьому розподільна решітка пристосована для постачання псевдозріджуючого газу до реакційної камери котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром;

пухиристий киплячий шар, розташований усередині нижньої частини реакційної камери котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром та обмежений стінками кожуха та днищем реакційної камери котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром;

принаймні один регульований занурений у шар теплообмінник, при цьому занурений у шар теплообмінник займає частину днища реакційної камери котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром та знаходиться у межах стінок кожуха пухиристого киплячого шару;

принаймні один немеханічний клапан, сконструйований так, щоб дозволити здійснювати регулювання відведення твердих речовин з пухиристого киплячого шару до реакційної камери котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, при цьому цей клапан включає принаймні один отвір у стінці кожуха пухиристого киплячого шару та принаймні один незалежно регульований

5 псевдозріджуючий засіб, розташований принаймні вище по потоку або нижче по потоку від отвору;

принаймні один незалежно регульований псевдозріджуючий засіб, при цьому кожен засіб сполучений з відповідним засобом постачання псевдозріджуючого середовища, при цьому незалежно регульований псевдозріджуючий засіб пристосований для регулювання швидкості

10 потоку твердих речовин з пухиристого киплячого шару до реакційної камери котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, при цьому незалежно регульований псевдозріджуючий засіб регулюється окремо від розподільної решітки;

незалежно регульований псевдозріджуючий засіб та засіб постачання псевдозріджуючого середовища, при цьому вони принаймні сполучені з колекторами або містять їх, при цьому

15 колектори так пристосовані для збирання твердих речовин у випадку опадання та проникнення твердих речовин у псевдозріджуючий засіб, щоб зібрані тверді речовини не перешкоджали постачанню псевдозріджуючого середовища;

клапани для герметизації принаймні колекторів, псевдозріджуючого засобу або засобу постачання псевдозріджуючого середовища, щоб дозволити здійснювати видалення з

20 колекторів твердих речовин, що опали, під час роботи топки з циркулюючим псевдозрідженим шаром;

згаданий немеханічний клапан також включає принаймні один засіб для видалення твердих речовин, пристосований для видалення агломератів та розташований принаймні вище по потоку або нижче по потоку від згаданого принаймні одного отвору у стінці кожуха пухиристого

25 киплячого шару;

засоби для видалення, кожен з яких сполучений з принаймні одним гвинтовим охолоджувачем, пристосованим для герметизації від тиску в топці, для регулювання швидкості вивантаження твердих речовин через засоби для видалення та для охолодження вивантажних твердих

30 речовин та агломератів;

стінку кожуха пухиристого киплячого шару, яка містить набір стінок каналів, розташованих біля одного або більше отворів у стінці кожуха пухиристого киплячого шару, при цьому ці стінки каналів звичайно видаються зі стінки кожуха у принаймні циркулюючий псевдозріджений шар або пухиристий киплячий шар, при цьому стінки каналів пристосовані для зменшення

35 поперечного руху твердих речовин в одному або більше напрямках, перпендикулярних до напрямку відведення твердих речовин з пухиристого киплячого шару до циркулюючого псевдозрідженого шару.

2. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром, який містить:

реакційну камеру котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, яка містить бічні стінки та розподільну решітку для постачання псевдозріджуючого газу у реакційну камеру котла з

40 циркулюючим псевдозрідженим шаром;

пухиристий киплячий шар у відсіку, який містить принаймні одну стінку кожуха;

принаймні один регульований занурений у шар теплообмінник, при цьому занурений у шар теплообмінник розташований усередині відсіку, який містить пухиристий киплячий шар;

принаймні один немеханічний клапан, пристосований для регулювання відведення твердих речовин з пухиристого киплячого шару до реакційної камери котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, при цьому цей клапан включає принаймні один отвір у стінці кожуха та

45 принаймні один незалежно регульований псевдозріджуючий засіб, розташований принаймні вище по потоку або нижче по потоку від отвору;

незалежно регульовані псевдозріджуючі засоби, кожен з яких сполучений із засобом постачання псевдозріджуючого середовища, при цьому незалежно регульовані псевдозріджуючі засоби пристосовані для регулювання швидкості потоку твердих речовин з пухиристого киплячого шару до реакційної камери котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, при цьому незалежно

50 регульовані псевдозріджуючі засоби регулюються окремо від розподільної решітки; та

колектори, сполучені з одним або більше незалежно регульованими псевдозріджуючими засобами, при цьому колектори так пристосовані для збирання твердих речовин у випадку опадання та проникнення твердих речовин у псевдозріджуючі засоби, щоб зібрані тверді

55 речовини не перешкоджали постачанню псевдозріджуючого середовища.

3. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 2, де немеханічний клапан також містить:

один або більше засобів для видалення твердих речовин, при цьому засіб для видалення

60 твердих речовин пристосований для забезпечення проходу для видалення агломератів та

розташований принаймні вище по потоку або нижче по потоку від згаданого принаймні одного отвору у стінці кожуха пухиристого киплячого шару.

4. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 3, де пухиристий киплячий шар розташований усередині нижньої частини реакційної камери котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, де пухиристий киплячий шар обмежений стінками кожуха та днищем реакційної камери котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром; та

де занурений у шар теплообмінник займає частину днища реакційної камери котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром та знаходиться у межах стінок кожуха пухиристого киплячого шару.

5. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 3, де засіб для видалення загерметизований проти тиску в топці.

6. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 3, який також містить: один або більше гвинтових охолоджувачів, кожен з яких сполучений з одним або більше засобами для видалення та пристосований для охолодження вивантажних твердих речовин та для герметизації проти тиску в топці.

7. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 2, який також містить: засіб для герметизації принаймні колекторів, псевдозріджуючих засобів або джерел постачання псевдозріджуючого середовища, щоб сприяти видаленню з колекторів твердих речовин, що опали, під час роботи котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром.

8. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 2, який також містить: набір стінок каналів, які звичайно видаються зі стінки кожуха у принаймні циркулюючий псевдозріджений шар або пухиристий киплячий шар, при цьому стінки каналів пристосовані для зменшення поперечного руху твердих речовин в одному або більше напрямках, перпендикулярних до напрямку відведення твердих речовин з пухиристого киплячого шару.

9. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 8, де принаймні один отвір доповнений стінкою каналу з кожної сторони отвору та де обидві згадані стінки видаються у принаймні пухиристий киплячий шар або циркулюючий псевдозріджений шар на відстань, яка становить принаймні половину ширини отвору.

10. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 9, який також містить: одну або більше місткових поверхонь, з'єднаних з верхівками набору стінок каналів, при цьому місткові поверхні пристосовані для зменшення вертикального руху матеріалу шару поблизу принаймні одного отвору у стінці кожуха.

11. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 3, який також містить: незалежно регульований псевдозріджуючий засіб, розташований принаймні вище по потоку або нижче по потоку від кожного засобу для видалення твердих речовин.

12. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 2, який також містить: один або більше поворотних клапанів, кожен з яких сполучений з принаймні одним колектором для видалення з колекторів твердих речовин, що опали, під час роботи топки котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром.

13. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 2, де отвори у стінці кожуха пухиристого киплячого шару являють собою проходи, які мають відношення глибини до висоти, яке становить 1,4 або більше, та де отвори пристосовані для того, щоб суттєво перешкоджати протіканню твердих речовин крізь отвори за умови відсутності здійснення псевдозрідження одним або більше незалежно регульованими псевдозріджуючими засобами.

14. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 2, де отвори пристосовані для того, щоб суттєво запобігати витіканню твердих речовин з відсіку пухиристого киплячого шару за умови відсутності здійснення псевдозрідження одним або більше незалежно регульованими псевдозріджуючими засобами.

15. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 2, де один або більше отворів містять трубу.

16. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 2, який також містить: набір стінок каналів, які видаються з кожної сторони одного або більше отворів у стінці кожуха пухиристого киплячого шару, при цьому стінки каналів видаються зі стінки кожуха у принаймні циркулюючий псевдозріджений шар або пухиристий киплячий шар, при цьому стінки каналів пристосовані для зменшення поперечного руху твердих речовин в одному або більше напрямках, перпендикулярних до напрямку відведення твердих речовин з пухиристого киплячого шару; та

місткові поверхні, з'єднані з верхівками набору стінок каналів та пристосовані для зменшення вертикального руху матеріалу шару біля принаймні одного отвору у стінці кожуха;

де стінки каналів та місткові поверхні пристосовані для того, щоб разом подовжувати ефективну довжину одного або більше отворів у стінці кожуха; та

де один або більше отворів разом з їх відповідними стінками каналів та містковими поверхнями спільно пристосовані для того, щоб суттєво перешкоджати витіканню твердих речовин з відсіку пухиристого киплячого шару за умови відсутності здійснення псевдозрідження одним або більше незалежно регульованими псевдозріджуючими засобами, суміжними з цими отворами.

17. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 2, де кожух пухиристого киплячого шару містить труби, охолоджувані принаймні водою або парою.

18. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 2, де пухиристий киплячий шар розташований усередині нижньої частини реакційної камери котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, де пухиристий киплячий шар обмежений стінками кожуха та днищем реакційної камери котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром; та

де занурений у шар теплообмінник займає частину днища реакційної камери котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром та знаходиться у межах стінок кожуха пухиристого киплячого шару.

19. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 2, де стінка кожуха містить принаймні два немеханічні клапани, при цьому кожен клапан пристосований для того, щоб незалежно регулювати відведення твердих речовин з пухиристого киплячого шару до реакційної камери котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром, та де кожен клапан включає принаймні один незалежно регульований псевдозріджуючий засіб, розташований принаймні вище по потоку або нижче по потоку від відповідного отвору.

20. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 19, при цьому котел має стан часткового відкриття, при якому принаймні один немеханічний клапан знаходиться у закритому положенні, у той час як принаймні один немеханічний клапан знаходиться у відкритому положенні;

де згаданий частково відкритий стан характеризується принаймні одним незалежно регульованим псевдозріджуючим засобом закритого немеханічного клапана, який не знаходиться у стані псевдозрідження; та

де згаданий частково відкритий стан характеризується принаймні одним незалежно регульованим псевдозріджуючим засобом відкритого немеханічного клапана, який знаходиться у стані псевдозрідження.

21. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 2, де принаймні один отвір являє собою канал з відношенням глибини до висоти, яке не є меншим 1,0.

22. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 2, де принаймні один отвір являє собою канал з відношенням глибини до висоти, яке не є меншим ніж 1,4.

23. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 2, де принаймні один отвір визначається матеріалами, які включають кераміку, вогнетривку цеглу або покриті вогнетривким матеріалом труби або їх комбінації.

24. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 2, де кожен незалежно регульований псевдозріджуючий засіб сполучений з джерелом псевдозріджуючого середовища каналом, який проходить через колектор, при цьому псевдозріджуюче середовище постачається через колектор на висоті, яка перевищує максимальний рівень зібраних колектором твердих речовин, що опали.

25. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 2, який містить принаймні одне джерело псевдозріджуючого середовища, пристосоване для постачання псевдозріджуючого середовища, яке має знижений вміст кисню, до принаймні одного незалежно регульованого псевдозріджуючого засобу.

26. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 2, який містить принаймні одне джерело псевдозріджуючого середовища, пристосоване для постачання псевдозріджуючого середовища, яке має вміст кисню, який не перевищує 15 % за об'ємом, до принаймні одного незалежно регульованого псевдозріджуючого засобу.

27. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 2, який містить принаймні одне джерело псевдозріджуючого середовища, пристосоване для постачання псевдозріджуючого середовища, яке має вміст кисню, який не перевищує 12 % за об'ємом, до принаймні одного незалежно регульованого псевдозріджуючого засобу.

28. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 2, який містить принаймні одне джерело псевдозріджуючого середовища, пристосоване для постачання псевдозріджуючого середовища, яке має вміст кисню, який не перевищує 9 % за об'ємом, до принаймні одного незалежно регульованого псевдозріджуючого засобу.

29. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 2, який містить принаймні одне джерело псевдозріджуючого середовища, пристосоване для постачання псевдозріджуючого середовища, яке має вміст кисню, який не перевищує 6 % за об'ємом, до принаймні одного незалежно регульованого псевдозріджуючого засобу.

5 30. Конфігурація немеханічного клапана для вибіркового регулювання потоку частинок твердих речовин між двома відсіками, де принаймні один зі згаданих відсіків містить псевдозріджений шар, при цьому ця конфігурація немеханічного клапана включає:

стінку кожуха, яка відокремлює ці два відсіки;

отвір у стінці кожуха, який зв'язує ці два відсіки;

10 незалежно регульований псевдозріджуючий засіб, розташований принаймні вище по потоку або нижче по потоку від отвору, при цьому незалежно регульований псевдозріджуючий засіб сполучений із засобом постачання псевдозріджуючого середовища та пристосований для вибіркового регулювання потоку частинок твердих речовин крізь отвір;

15 один або більше колекторів, сполучених з незалежно регульованими псевдозріджуючими засобами, при цьому колектори так пристосовані для збирання будь-яких твердих речовин, що потрапляють до псевдозріджуючих засобів, щоб зібрані тверді речовини не перешкоджали постачанню псевдозріджуючого середовища до псевдозріджуючих засобів; та

20 один або більше незалежно регульованих засобів для видалення твердих речовин, розташованих принаймні вище по потоку або нижче по потоку від отвору, при цьому засоби для видалення пристосовані для видалення твердих речовин та агломератів.

31. Конфігурація немеханічного клапана за п. 30, при цьому конфігурація немеханічного клапана також містить:

набір стінок каналів, які видаються зі стінки кожуха у принаймні один відсік, який містить псевдозріджений шар, де одна або більше стінок каналів розташовані біля отвору та де стінки каналів пристосовані для обмеження поперечного руху твердих речовин у принаймні одному напрямку, перпендикулярному до напрямку потоку твердих речовин, який проходить крізь немеханічний клапан.

32. Конфігурація немеханічного клапана за п. 30, де набір незалежно регульованих псевдозріджуючих засобів розташований у принаймні один ряд, при цьому кожен ряд є паралельним до стінки, яка містить немеханічний клапан, де незалежно регульовані псевдозріджуючі засоби у кожному ряді можна увімкнути або вимкнути як групу.

33. Спосіб запобігання агломерації твердих речовин у котлі з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 2, коли один або більше немеханічних клапанів знаходяться у закритому положенні, при цьому закриті положення характеризується незалежно регульованим псевдозріджуючим засобом закритих клапанів, який не випускає псевдозріджуюче середовище, який передбачає періодичне випускання псевдозріджуючого середовища з принаймні одного незалежно регульованого псевдозріджуючого засобу кожного клапана протягом не менш ніж 10 % від періоду часу, коли згадані клапани знаходяться у закритому положенні.

40 34. Спосіб запобігання агломерації твердих речовин у котлі з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 2, коли один або більше немеханічних клапанів знаходяться у закритому положенні, при цьому закриті положення характеризується незалежно регульованим псевдозріджуючим засобом закритих клапанів, який не випускає псевдозріджуюче середовище, який передбачає періодичне випускання псевдозріджуючого середовища з принаймні одного незалежно регульованого псевдозріджуючого засобу кожного клапана протягом не менш ніж 5 % від періоду часу, коли згадані клапани знаходяться у закритому положенні.

45 35. Спосіб запобігання агломерації твердих речовин у котлі з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 2, коли один або більше немеханічних клапанів знаходяться у закритому положенні, при цьому закриті положення характеризується незалежно регульованим псевдозріджуючим засобом закритих клапанів, який не випускає псевдозріджуюче середовище, який передбачає періодичне випускання псевдозріджуючого середовища з принаймні одного незалежно регульованого псевдозріджуючого засобу кожного клапана протягом не менш ніж 2 % від періоду часу, коли згадані клапани знаходяться у закритому положенні.

50 36. Спосіб запобігання агломерації твердих речовин у котлі з циркулюючим псевдозрідженим шаром за п. 2, коли один або більше немеханічних клапанів знаходяться у закритому положенні, при цьому закриті положення характеризується незалежно регульованим псевдозріджуючим засобом закритих клапанів, який не випускає псевдозріджуюче середовище, який передбачає періодичне випускання псевдозріджуючого середовища з принаймні одного незалежно регульованого псевдозріджуючого засобу кожного клапана не менш ніж кожні 5 хвилин.

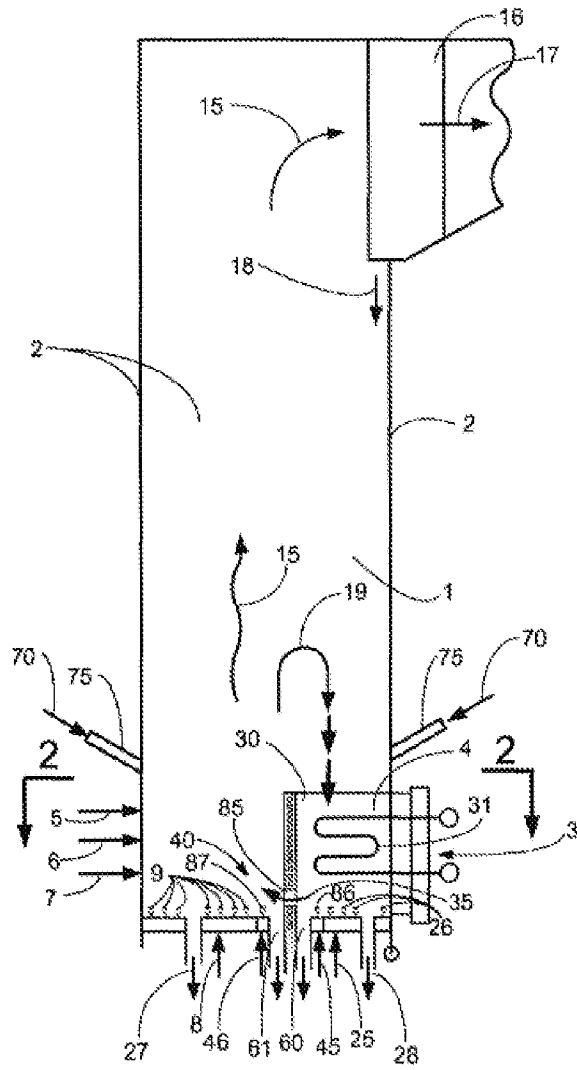


Fig. 1

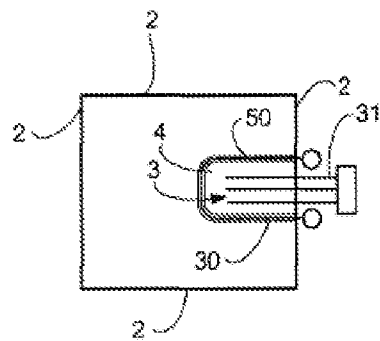


Fig. 2

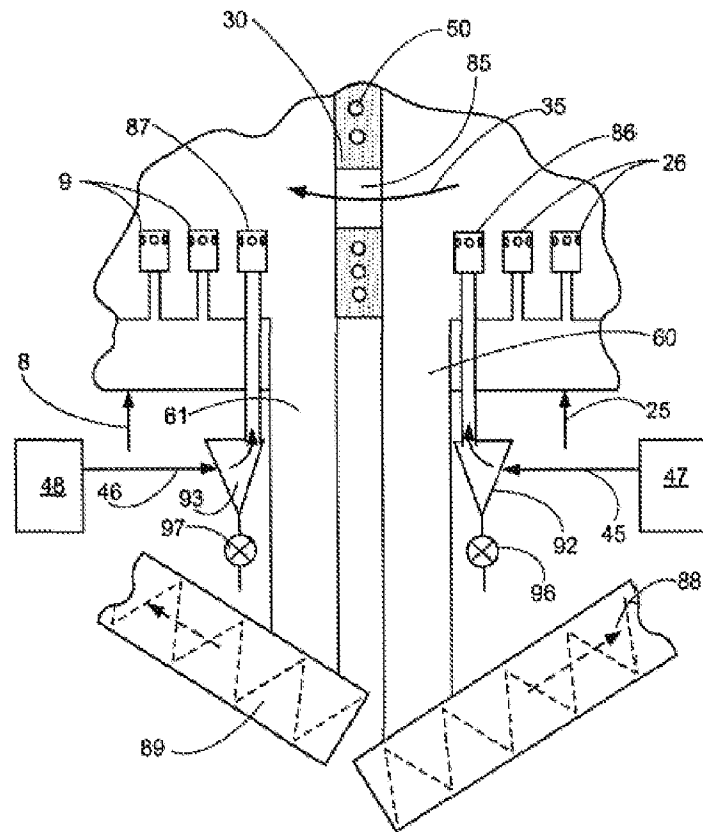


Fig. 3

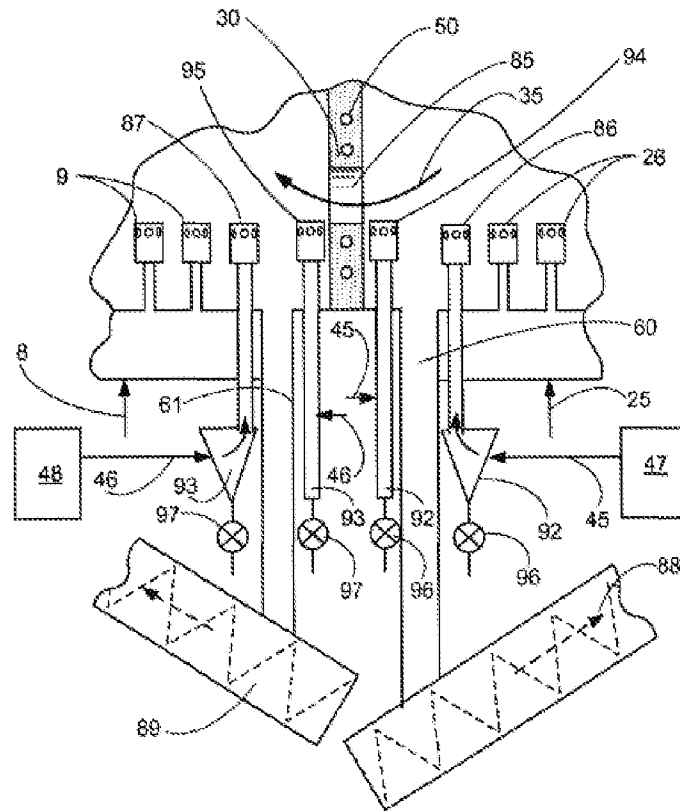


Fig. 4

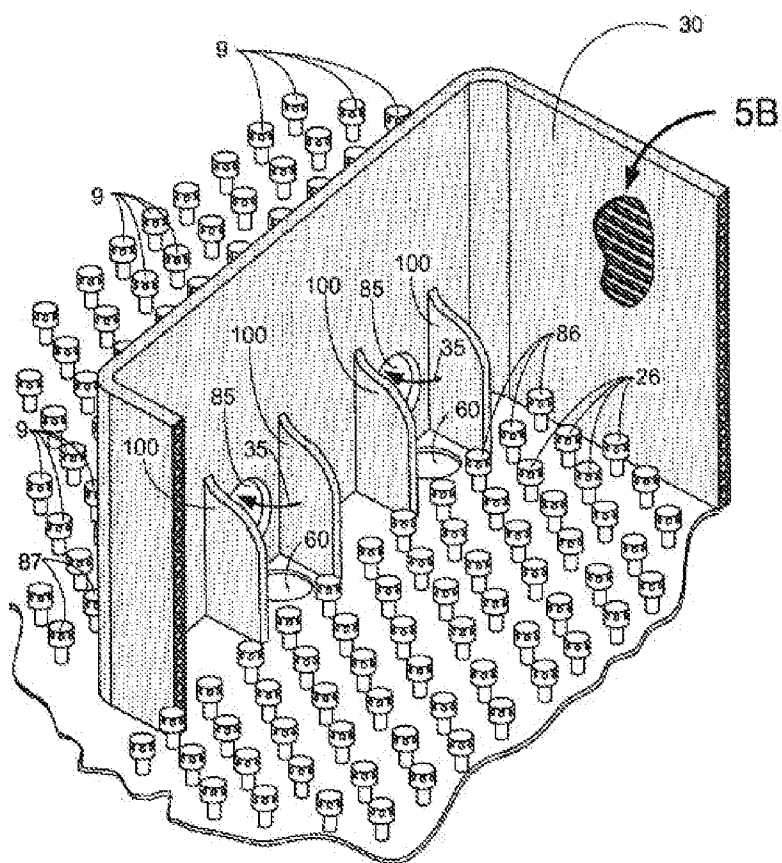


Fig. 5A

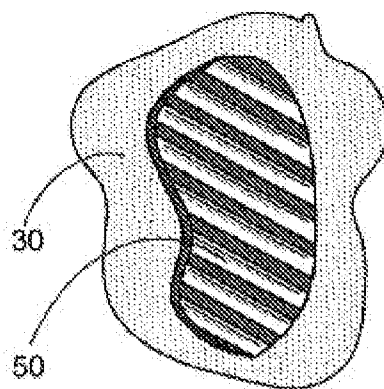


Fig. 5B

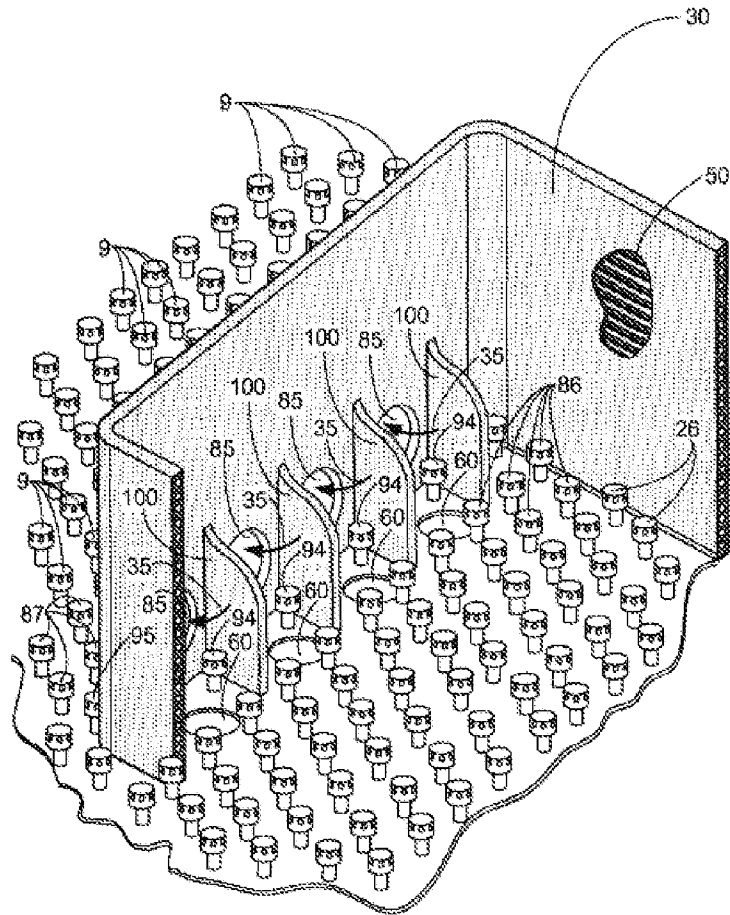


Fig. 6

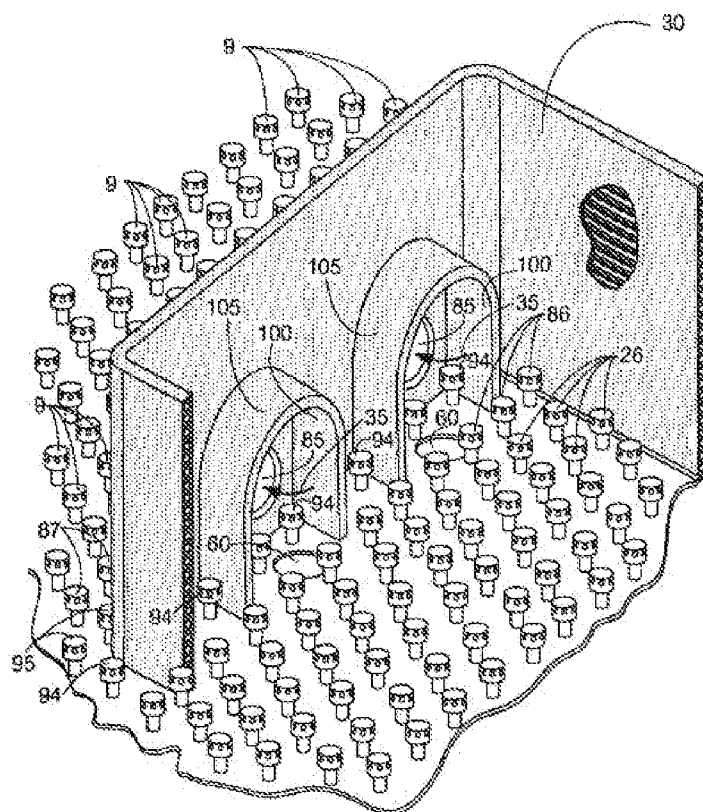


Fig. 7

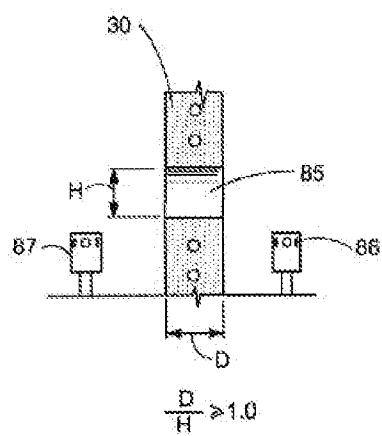


Fig. 8A

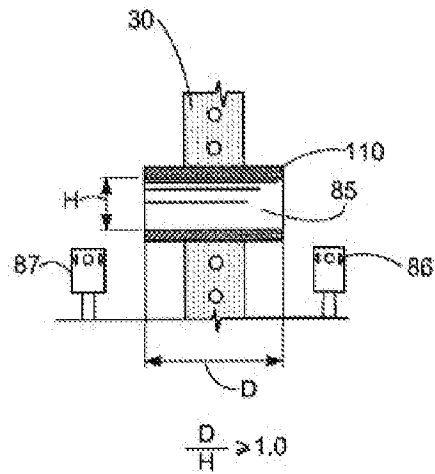


Fig. 8B

Комп'ютерна верстка О. Гергіль

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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