



УКРАЇНА

(19) UA (11) 84261 (13) C2  
(51) МПК (2006)  
F27B 15/00  
F23C 10/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ВУЗОЛ БАРБОТАЖНОГО КОВПАЧКА ДЛЯ ПОДАЧІ ЗРІДЖУВАЛЬНОГО АГЕНТА У ПСЕВДОЗРІДЖЕНИЙ ШАР ГРАНУЛЬОВАНОЇ РЕЧОВИНИ

1

(21) 20040504114  
(22) 28.05.2004  
(24) 10.10.2008  
(31) 10/447,895  
(32) 29.05.2003  
(33) US  
(46) 10.10.2008, Бюл.№ 19, 2008 р.  
(72) МАРІАМЧИК МИХАІЛ, АНДЕРСОН ГАРІ Л.,  
ХАХН ДЖЕФФРІ ДЖ., КОЛЛІНЗ ІІІ ЕДВІН Л.,  
УОЛКЕР ДЕВІД ДЖ., БОЛЕБРУК ДЖЕФФРІ ДЖ.  
(73) ДЗЕ БЕБКОК ЕНД УІЛКОКС КОМПАНІ, КОР-  
ПОРАЦІЯ ШТАТУ ДЕЛАВЕР, БЛЕШ ПРИСІЖН  
СІРЕМІКС, ІНК.  
(56) US, 5632858, 6 D21C 11/12, 27.05.1997  
US, 5543117, 6 B01J 19/00, 06.08.1996  
US, 5455011, 6 B01J 19/00, 03.10.1995  
US, 5161471, 5 F23J 1/00, 10.11.1992  
US, 5141047, 5 F28C 3/16, 25.08.1992  
US, 4648969, 4 B01J 8/34, 10.03.1987  
SU, 1732821, 5 F23C 11/02, 07.05.1992, Бюл.№17  
SU, 940815, 3 B01D 53/18, 07.07.1982, Бюл.№25  
SU, 787783, 3 F23C 9/02, 15.12.1980, Бюл.№46  
RU, 2184317, 7 F23C 10/18, 27.06.2002  
RU, 2214852, 7 B01D 3/18, 3/32, 27.10.2003  
RU, 2205683, 7 B01J 8/18, C01B 33/02, 10.06.2003  
US, 4655147, 4 F23C11/02, 07.04.1987  
US, 4340400, 3 B01D 51/00, 20.07.1982  
GB, 2011271, 2 B01J 8/44, 27.12.1978  
US, 3567193, B01F 3/04, 02.03.1971  
(57) 1. Вузол барботажного ковпачка для подачі  
зріджувального агента у псевдозріджений шар  
гранульованої речовини, який містить:  
ніжку, що має два кінці, де один кінець вставлений  
у барботажний ковпачок, при цьому вставний кі-  
нець має принаймні одну кільцеву канавку або паз  
на його зовнішній поверхні, барботажний ковпачок  
має принаймні один випускний отвір для подачі  
зріджувального агента у шар гранульованої речо-  
вини та має принаймні один монтажний отвір, су-  
міщений з принаймні однією кільцевою канавкою  
або пазом на ніжці, коли барботажний ковпачок  
надітий на вставний кінець ніжки, та  
принаймні один штифт, вставлений в монтажний  
отвір та уведений у зачеплення з принаймні одною

2

кільцевою канавкою або пазом на ніжці для з'єд-  
нання барботажного ковпачка із ніжкою.  
2. Вузол барботажного ковпачка за п. 1, який **від-  
різняється** тим, що барботажний ковпачок виго-  
товлений з керамічного матеріалу.  
3. Вузол барботажного ковпачка за п. 1, який **від-  
різняється** тим, що штифт є пружинним штифтом.  
4. Вузол барботажного ковпачка за п. 1, який **від-  
різняється** тим, що ніжка виготовлена з нержаві-  
ючої сталі.  
5. Вузол барботажного ковпачка за п. 1, який **від-  
різняється** тим, що проміжок між барботажним  
ковпачком та ніжкою має площу перерізу потоку  
плинного середовища, яка не перевищує заданий  
відсоток від площі перерізу усього потоку на випу-  
скних отворах.  
6. Вузол барботажного ковпачка за п. 5, який **від-  
різняється** тим, що проміжок між барботажним  
ковпачком та ніжкою має площу перерізу потоку  
плинного середовища, яка не перевищує десять  
відсотків від площі перерізу усього потоку на випу-  
скних отворах.  
7. Вузол барботажного ковпачка за п. 1, який **від-  
різняється** тим, що містить ущільнення, гермети-  
чно встановлене між ніжкою та барботажним ков-  
пачком.  
8. Вузол барботажного ковпачка за п. 7, який **від-  
різняється** тим, що ущільнення встановлене у  
барботажному ковпачку, коли ніжка вставлена у  
нього.  
9. Вузол барботажного ковпачка за п. 7, який **від-  
різняється** тим, що барботажний ковпачок має  
заглибину у місці, де барботажний ковпачок наді-  
тий на ніжку, та ущільнення герметично встанов-  
лене між ніжкою та барботажним ковпачком у за-  
глибині, коли ніжка вставлена у барботажний  
ковпачок.  
10. Вузол барботажного ковпачка за п. 9, який  
**відрізняється** тим, що ніжка має засіб для утри-  
мання ущільнення у заглибині, коли ніжка встав-  
лена у барботажний ковпачок.  
11. Вузол барботажного ковпачка за п. 7, який  
**відрізняється** тим, що ущільнення виготовлене з  
еластичного матеріалу, придатного для застосу-  
вання при високих температурах.

(19) UA (11) 84261 (13) C2

Цей винахід відноситься, загалом, до галузі спалювання палива для виробництва енергії та пари та, зокрема, до нового та корисного вузла барботажного ковпачка, призначеного для подачі зріджувального агента до псевдозрідженого шару.

Технологія циркулюючого псевдозрідженого шару (ЦПШ) набула популярності як привабливий метод спалювання твердого палива з метою утворення пари та енергії. Ця популярність є очевидною як у нашій країні, так і за її межами. У пристрої згоряння технологія ЦПШ зумовлює гарну ефективність згоряння з низьким викидом в атмосферу та надає гнучкості у використанні палива, тому що вона є добре придатною для спалювання широкого ряду твердих палив, таких як вугілля, відпрацьоване вугілля, антрацит, лігніт, нафтовий кокс та сільськогосподарські відходи. Отже, ця технологія з'явилася як екологічно прийнятна технологія для утилізації відходів та застосування у промисловості.

У печі або котлі з циркулюючим псевдозрідженим шаром речовина шару, що звичайно містить подрібнене паливо, вапняк та золу, суспендується у потоці повітря, що становить приблизно 60-70% від загальної кількості повітря, необхідної для стехіометричного згоряння. Дно шару підтримують охолоджені водою мембранні стінки з повітряними соплами, які рівномірно розподіляють повітря. Паливо та вапняний сорбент (для захоплення сірки) подаються у нижній шар. У присутності зріджувального повітря паливо та вапняк швидко та рівномірно змішуються в умовах турбулізованого середовища та поведуться як рідина. Вуглецеві частинки у паливі зазнають впливу повітря, що надходить у зону згоряння. Решта повітря, що надходить у зону згоряння, вводиться як вторинне повітря у верхню частину густого нижнього шару. Таке поєднання згоряння обмежує утворення оксидів азоту ( $\text{NO}_x$ ).

Швидкість зріджувального повітря у шарі перебігшує кінцеву швидкість більшості частинок у шарі, завдяки чому зріджувальне повітря захоплює частинки та переносить їх угору крізь камеру згоряння до сепараторів у вигляді U-подібних елементів на виході печі. Тверді речовини, захоплені цими U-подібними елементами, включаючи неспалений вуглець та невикористаний оксид кальцію ( $\text{CaO}$ ), повертаються безпосередньо назад у камеру згоряння, уникаючи зовнішньої рециркуляції. Ця внутрішня рециркуляція твердих речовин зумовлює подовження терміну перебування палива та вапняку у камері згоряння, внаслідок чого покращується якість згоряння та захоплення сірки.

Пристрій з псевдозрідженим шаром описується у [патенті США №4648969, Swanson], який має опорну плиту для регулювання потоку плинного середовища крізь псевдозріджений шар у камері з плинним середовищем. Пристрій з псевдозрідженим шаром містить камеру з плинним середовищем, яка має впускний отвір, суміжний з дном камери, та випускний отвір, суміжний з верхівкою камери. Шар речовини у вигляді частинок, а саме частинок вуглецю, зріджується розчином ціаніду та

виходить крізь випускний отвір, у той час як золото та срібло поглинаються шаром вуглецю. Опорна плита також має набір барботажних ковпачків, які розташовані на відстані один від одного та які містять вертикальний прохід, який проходить крізь опорну плиту та відхиляє рідину, яку слід випустити.

[Патент США №5161471, Piekos], описує пристрій для повторного спалення зольної речовини попередньо спаленого первинного палива. Описується камера згоряння, яка має впускний отвір для прийому зольної речовини з пристрою первинного згоряння, такого як котел або піч, та випускний отвір для випускання продуктів згоряння з камери. Повітря для згоряння подається у камеру повторного спалення, утворюючи для киплячого шару джерело повітря для згоряння знизу та джерело повітря для згоряння зверху, а компоненти, що рухаються угору, підіймаються та залишають киплячий шар.

[Патент США №5141047, Geoffrey], описує теплообмінник з псевдозрідженим шаром, який містить розташовані вертикально та на відстані одна від одної труби для вмісту внутрішньої рідини, яка протікає та знаходиться у тепловому контакті зі стінками труби. Кожух оточує труби та містить потік псевдозріджених твердих частинок, що рухаються крізь теплообмінну камеру навколо зовнішніх поверхонь труб. Зріджувальний газ спрямовується на тверді частинки через газову камеру тиску. Навколо кожної труби є барботажний ковпачок, який запобігає проходженню твердих частинок у камеру тиску, проте сприяє протіканню подаваного під тиском зріджувального газу в теплообмінну камеру.

[Патенти США №№ 5455011, 5543117 та 5632858, Kitto], описують систему, у якій паливо та повітря згорають в інжекторі та змішуються з паром, утворюючи продукт згоряння та парову суміш. Суміш впорскується у шар речовини. Згоряння та змішування відбувається окремо від речовини шару, обмежуючись інжектором. Інжектор являє собою барботажний ковпачок, що має принаймні один отвір, або інжектор виготовляють з керамічного пористого матеріалу.

Барботажні ковпачки широко застосовують у технології псевдозрідженого шару для подачі зріджувального агента, такого як зріджувальне повітря, у псевдозріджуваний шар. Агент повинен рівномірно розподілятися по певній ділянці шару, і при цьому завжди, включаючи періоди, коли постачання зріджувального агента припиняється, слід уникати того, щоб частинки шару проникали у зворотному напрямку у джерело постачання зріджувального агента, таке як повітряна камера печі з псевдозрідженим шаром.

Фіг.1А ілюструє відому конструкцію повітрярозподільної поди, взагалі позначену 100, для ЦПШ, яка застосовує набір вузлів 150 барботажних ковпачків. Ділянки стінок печі або камери згоряння з ЦПШ не зображено для наочності, проте зображено задню стінку 105 печі та бічну стінку 110 печі, які з успіхом виготовляються з охолоджу-

ваних рідиною труб. Повітрярозподільна подина 100 також містить охолоджувані рідиною труби 115, через які робоче плинне середовище, звичайно вода або суміш пари та води, проходить від впускного водяного колектора 120 до стінки печі. Горизонтальні труби 125, що утворюють повітрярозподільну подину 100, розташовані на відстані одна від одної, проте вони взаємозв'язані сталеву мембраною, яка має набір отворів. Нижче труб 125 знаходиться зона ресивера 130. Вузли 150 барботажних ковпачків з'єднані з вищезазначеними отворами у повітрярозподільній подині 100 та крізь них подається газоподібне плинне середовище під тиском, який створюють у зоні ресивера 130, або повітряної камери, у шар гранульованої речовини (не зображено), що знаходиться на верхній частині повітрярозподільної подини 100, щоб здійснити псевдозрідження гранульованої речовини та утворити псевдозріджений шар у зоні 140 псевдозрідженого шару.

Звичайний вузол 150 барботажного ковпачка зображено на Fig.1B. Як зображено, кожний з цих відомих вузлів 150 барботажного ковпачка містить власне барботажний ковпачок 155 та подавальну трубу 160, яку звичайно позначають як ніжку 160, яка сполучає зону 130 повітряної камери з зоною 140 псевдозрідженого шару. Зріджувальний газ подається угору по ніжці 160 у барботажний ковпачок 155, з якого він подається у псевдозріджений шар через декілька випускних отворів 165. Струмені зріджувального газу, що виходять з випускних отворів 165, проникають у шар, забезпечуючи його псевдозрідження у ділянці навколо кожного барботажного ковпачка 155. Випускні отвори 165 розташовані так, щоб вони спрямовували вихідні струмені зріджувального газу униз до повітрярозподільної подини 100. Ця особливість (поряд з конфігурацією випускних отворів, а саме відповідне мінімальне співвідношення довжини до діаметра) запобігає проникненню частинок у зворотному напрямку, коли подача зріджувального газу припиняється, та осадженню шару гранульованої речовини на повітрярозподільній подині 100.

Для того, щоб забезпечити рівномірний розподіл та належне змішування зріджувального повітря у шарі, швидкість повітряних струменів з випускних отворів 165 може наближатися до або навіть перебільшувати 200 футів за секунду (61м за секунду). Поряд з часто ерозійною природою частинок шару це може стати причиною суттєвої швидкості зносу барботажних ковпачків 155. Для печей з ЦПШ як барботажні ковпачки 155, так і ніжки 160 звичайно виготовляють з нержавіючої сталі, щоб витримати температури шару, які становлять приблизно 1600°F (871°C), коли зріджувальний агент не подається і температура вузла 150 барботажного ковпачка наближається до температури речовини шару. Періодична заміна зношених барботажних ковпачків з нержавіючої сталі може суттєво підняти вартість обслуговування такого пристрою з ЦПШ.

Отже, для промисловості потрібен удосконалений вузол барботажного ковпачка зі зменшеною вартістю обслуговування, який був би спроможним подолати ці та інші складності.

Кераміка може витримувати температури звичайної печі з ЦПШ. Крім того, кераміка набагато більше зносостійка, ніж нержавіюча сталь, та вартість керамічного барботажного ковпачка є порівняною з вартістю ковпачка з нержавіючої сталі. Отже, виготовлення барботажних ковпачків з кераміки може знизити їх загальну вартість (капітальну плюс вартість обслуговування). Проте, керамічний барботажний ковпачок неможливо приварити до ніжки з нержавіючої сталі, що є переважним способом з'єднання, коли обидва елементи виготовлені з нержавіючої сталі. Крім того, керамічні та сталеві матеріали мають різні коефіцієнти теплового розширення, при цьому нержавіюча сталь звичайно має більш високий коефіцієнт теплового розширення порівняно з керамічними матеріалами, що перешкоджає застосуванню нарізного з'єднання для двох типів матеріалів.

Отже, один аспект цього винаходу стосується удосконаленого вузла барботажного ковпачка, який є придатним для застосування як в середовищі ЦПШ, так і в середовищі киплячого псевдозрідженого шару та який містить поєднання елементів, у якому елемент, що зазнає впливу високого ерозійного потенціалу, який спричиняється частинками псевдозрідженого шару, є стійким до ерозії, а увесь вузол може витримати високі температури псевдозрідженого шару.

Інший аспект цього винаходу стосується вузла барботажного ковпачка, який є непроникним для плинного середовища, гнучко пристосованим до теплового розширення та більш ефективним за вартістю відносно вузла барботажного ковпачка, повністю виготовленого з нержавіючої сталі.

Отже, пропонується вузол керамічного барботажного ковпачка, який містить керамічний барботажний ковпачок, з'єднаний з ніжкою з нержавіючої сталі, при цьому обидва з них є стійкими до високих температур звичайного середовища печі, та барботажний ковпачок є також стійким до ерозії. Незважаючи на те, що поєднання керамічного барботажного ковпачка та ніжки з нержавіючої сталі пов'язане з різницею ефектів теплового розширення, виконання з'єднання сталеві ніжки з керамічним барботажним ковпачком мінімізує витік газоподібної речовини між ковпачком та ніжкою, так що поєднання не може бути неефективним. Теплостійкий штифт, такий як пружинний або скручений штифт, вставлений у отвір барботажного ковпачка практично перпендикулярно до осі ніжки, входить у зачеплення з канавкою або пазом, що знаходиться на ніжці, та запобігає від'єднанню барботажного ковпачка від ніжки.

Якщо бажано, витік повітря між барботажним ковпачком та ніжкою можна ще зменшити, застосовуючи окрім того еластичне ущільнення між барботажним ковпачком та ніжкою.

Різні нові ознаки, які характеризують цей винахід, вказані, зокрема, у формулі винаходу, яка додається та яка утворює частину цього опису. Для кращого розуміння винаходу, переваг його функціонування та специфічних переваг, притаманних його застосуванню, слід звернутися до супроводжувального ілюстративного матеріалу та опису суті винаходу, у якому описується переважні варіанти здійснення винаходу.

В ілюстративному матеріалі:

Фіг.1А являє собою аксонометричну проекцію відомої конструкції повітрярозподільної подини для псевдозрізженого шару, яка має набір вузлів барботажних ковпачків;

Фіг.1В являє собою збільшену аксонометричну проекцію, частково у розрізі, звичайного вузла барботажного ковпачка з попереднього рівня техніки, який застосовується у конструкції повітрярозподільної подини, зображеної на Фіг.1А;

Фіг.2А являє собою подовжній розріз першого варіанта здійснення вузла барботажного ковпачка згідно з цим винаходом;

Фіг.2В являє собою горизонтальний розріз вузла барботажного ковпачка, показаного на Фіг.2А, зроблений у напрямку стрілок 2В-2В Фіг.2А;

Фіг.3 являє собою подовжній розріз, подібний до розрізу з Фіг.2А, який демонструє другий варіант здійснення вузла барботажного ковпачка згідно з цим винаходом, де барботажний ковпачок має один монтажний отвір;

Фіг.4 являє собою подовжній розріз, подібний до розрізу з Фіг.2А, який демонструє третій варіант здійснення вузла барботажного ковпачка згідно з цим винаходом, де барботажний ковпачок має декілька монтажних отворів (у даному випадку, чотири);

Фіг.5А являє собою подовжній розріз, подібний до розрізу з Фіг.2А, який демонструє четвертий варіант здійснення вузла барботажного ковпачка згідно з цим винаходом, де ніжка має один або більше пазів, а не кільцеву канавку;

Фіг.5В являє собою горизонтальний розріз вузла барботажного ковпачка, показаного на Фіг.5А, зроблений у напрямку стрілок 5В-5В Фіг.5А;

Фіг.6 являє собою подовжній розріз, подібний до розрізу з Фіг.2А, який демонструє п'ятий варіант здійснення вузла барботажного ковпачка згідно з цим винаходом, де еластичне ущільнення влаштовано між ніжкою та барботажним ковпачком;

Фіг.7 являє собою подовжній розріз, подібний до розрізу з Фіг.2А, який демонструє шостий варіант здійснення вузла барботажного ковпачка згідно з цим винаходом, який ілюструє альтернативне розташування еластичного ущільнення, що знаходиться між ніжкою та барботажним ковпачком;

Фіг.8А являє собою подовжній розріз, подібний до розрізу з Фіг.2А, який демонструє сьомий варіант здійснення вузла барботажного ковпачка згідно з цим винаходом, де пружинний або скручений штифт застосовується для з'єднання барботажного ковпачка з ніжкою, та

Фіг.8В являє собою горизонтальний розріз вузла барботажного ковпачка, показаного на Фіг.8А, зроблений у напрямку стрілок 8В-8В Фіг.8А.

На декількох кресленнях, що розкривають суть винаходу, подібні числа позначають однакові або функціонально подібні елементи на усіх кресленнях. Переважний варіант здійснення вузла барботажного ковпачка згідно з цим винаходом, та взагалі позначений 20, зображено на Фіг.2А та Фіг.2В. Вузол 20 барботажного ковпачка містить керамічний барботажний ковпачок 1, який має декілька випускних отворів 2, столучених через центральний прохід 3 для повітря з ніжкою 4 з нержавіючої сталі. Один кінець ніжки 4 вставлений у барботаж-

ний ковпачок 1, тоді як інший кінець (не зображено) сполучений з джерелом зріджувального агента, такого як повітря або інші газоподібні речовини. Кінець ніжки 4, вставлений у барботажний ковпачок 1, має на зовнішній поверхні кільцеву канавку 5. У цьому варіанті здійснення барботажний ковпачок 1 має два монтажні отвори 6, при цьому їхні осі є практично перпендикулярними до осі ніжки 4, проте, така орієнтація не є вирішальною для використання винаходу на практиці. Кожний монтажний отвір 6 містить штифт 7, вставлений в цей отвір. Штифт 7 можна виготовити з будь-якого матеріалу з високою термостійкістю, такого як нержавіюча сталь, кераміка тощо. Кожний штифт 7 входить у зачеплення з частиною кільцевої канавки 5 на ніжці 4, що запобігає від'єднанню барботажного ковпачка 1 від ніжки 4 під час роботи.

Розміри та допуски для вставного кінця ніжки 4 та відповідних поверхонь барботажного ковпачка 1, а також для монтажних отворів 6 та штифтів 7 обираються так, щоб не перешкодити тепловому розширенню кожного елемента, мінімізуючи при цьому витік повітря крізь проміжок 8 між ними у межах заданого відсотка від потоку повітря через вузол 20 барботажного ковпачка. Останнє досягається тим, що площа поперечного перерізу потоку плинного середовища у поперечному перерізі проміжку 8 не перебільшує 10% від площі поперечного перерізу усього потоку на випускних отворах 2.

Як зображено на Фіг.3 та 4, в альтернативному варіанті здійснення винаходу кількість монтажних отворів 6, а також відповідна кількість штифтів 7, що знаходяться у барботажному ковпачку 1, можна за необхідністю змінювати. Наприклад, Фіг.3 та 4 демонструють влаштування з одним та чотирма монтажними отворами 6, відповідно.

Як показано на Фіг.5А та 5В, інший альтернативний варіант здійснення цього винаходу може використовувати паз(-и) 9 на зовнішній поверхні вставного кінця ніжки 4, замість однієї або декількох кільцевих канавок 5.

Частина внутрішнього діаметру барботажного ковпачка 1, що приймає ніжку 4, обирається залежно від зовнішнього діаметру ніжки 4 (включаючи будь-які допуски виготовлення), яка повинна входити у барботажний ковпачок 1, та залежно від теплового розширення, яке буде відбуватися під час функціонування як із ніжкою 4 з нержавіючої сталі, так і з керамічним барботажним ковпачком 1.

Фіг.6 та 7 демонструють інші альтернативні варіанти здійснення винаходу, які дозволяють послабити допуски на вставному кінці ніжки 4 та відповідних внутрішніх поверхнях барботажного ковпачка 1, які приймають ніжку 4. Цього можна досягти застосуванням ущільнення 10, виготовленого з еластичного матеріалу, придатного для застосування в умовах високих температур, одним з таких матеріалів є Kaowool®, який можна купити у Morgan Thermal Ceramics Inc., м. Аугуста, штат Джорджія. На Фіг.6 ущільнення 10 встановлено між ніжкою 4 та барботажним ковпачком 1, та воно буде забезпечувати практично непроникне для текучого середовища з'єднання між цими двома елементами, як показано на фіг. 6. Оскільки ущіль-

льнення 10 забезпечує герметичність, використання ущільнення дозволяє застосовувати більший проміжок між ніжкою 4 та барботажним ковпачком 1, тим самим іще більше зменшуючи напруження від теплового розширення ніжки 4, яке могло б стати причиною розтріскування барботажного ковпачка 1.

При певних комбінаціях розподілу речовини шару за розміром та режиму роботи пристрою з ЦПШ влаштування з Фіг.6 може бути небажаним. Наприклад, якщо речовина шару містить дуже дрібні частинки, ці частинки можуть заповнювати проміжок 8 принаймні у межах проміжку 8 та угору до місця, де може розташовуватися ущільнення 10. У тому випадку, коли подача зріджувального агента припиниться, а температура вузла барботажного ковпачка досягне температури оточуючої речовини шару, проміжок 8, заповнений твердими речовинами, не надасть додаткового місця ніжці 4, яка розшириться від тепла, внаслідок чого може виникнути розтріскування керамічного барботажного ковпачка 1.

Фіг.7, отже, ілюструє іще один альтернативний варіант здійснення винаходу, який пропонує вузол 20 барботажного ковпачка з ущільненням та який дозволяє подолати ту проблему, що описана вище у зв'язку з варіантом здійснення стосовно Фіг.6. У цій конструкції ущільнення 10 розташовано на ніжці 4 нижче завдяки запровадженню кільця 11, яке переважно приварене до ніжки 4 та розташоване нижче барботажного ковпачка 1, коли ніжка 4 вставлена у барботажний ковпачок 1. Це утримує ущільнення 10 у заглибині барботажного ковпачка 1 та у такому місці, яке запобігає потраплянню гранульованих частинок шару в проміжок 8, при цьому зберігається непроникне для плинного середовища з'єднання між барботажним ковпачком 1 та ніжкою 4. Альтернативно, зовнішній діаметр ніжки 4 можна вибирати або виготовляти так, щоб він мав виступ або буртик або подібну різку зміну у зовнішньому діаметрі, щоб утримувати ущільнення 10 у ділянці між барботажним ковпачком 1 та ніжкою 4 у цьому місці.

Нарешті, Фіг.8А та 8В зображують варіанти конструкцій теплостійких штифтів 7. У цьому випадку теплостійкий штифт 7 являє собою не звичайний рівний твердий циліндричний штифт, а може бути пружинним або скрученим штифтом 7, який вставлений у монтажні отвори 6 барботажного ковпачка 1 та який входить у зачеплення з кільцевою(-ими) канавкою(-ами) 5 або пазом(-ами) 9 на зовнішній поверхні вставного кінця ніжки 4.1 знов, ця конструкція запобігає від'єднанню барботажного ковпачка 1 від ніжки 4.

Цей винахід не обмежується вузлами 20 барботажних ковпачків, які застосовують керамічні барботажні ковпачки 1. Для виготовлення барботажних ковпачків 1 можна застосовувати інші матеріали з високою термостійкістю, а також зносостійкі матеріали. Також можливо, що застосування псевдозрідженого шару, не пов'язаного зі згорянням, може потребувати, щоб барботажні ковпачки 1 були виготовлені з інших матеріалів, які можуть бути більш стійкими до певних хімічних речовин тощо. Подібно до цього, ніжку 4 можна виготовляти з матеріалу, відмінного від нержавіючої сталі, а матеріал, з якого виготовляється ущільнення 10, не обов'язково може бути матеріалом з високою термостійкістю.

Незважаючи на те, що специфічні варіанти здійснення винаходу були показані та описані докладно з метою проілюструвати застосування принципів винаходу, фахівці у галузі зрозуміють, що можна зробити зміни у формі винаходу у межах наступної формули винаходу, не відходячи від таких принципів. Далі, незважаючи на те, що термін "вузол барботажного ковпачка" застосовувався у попередньому описі, таку термінологію застосовували лише з метою зручності, а не у будь-якому обмежувальному сенсі. Фахівці у галузі зрозуміють, що цей винахід, у його формі з найбільшим обсягом, стосується пристрою для подачі зріджувального агента у псевдозріджений шар, інші терміни, що застосовуються у промисловості для позначення таких пристроїв - це "pigtail" (короткі трубки, насадки) або "candy canes" (буквально - "цукрові тростини"). Отже, цей винахід можна застосовувати у новій конструкції, що використовує реактори або камери згоряння з киплячим або циркулюючим псевдозрідженим шаром, або для заміни, ремонту або модифікації таких існуючих реакторів або камер згоряння, та там, де пристрої для подачі зріджувального агента позначаються як "барботажні ковпачки" або інакше. У деяких варіантах здійснення винаходу деякі ознаки можна застосовувати з досягненням переваг без відповідного застосування інших ознак. Крім того, незважаючи на те, що вузол барботажного ковпачка згідно з цим винаходом було описано так, що через нього подається повітря як зріджувальний агент, слід розуміти, що вузол барботажного ковпачка можна застосовувати для розподілення інших газоподібних речовин, які можуть включати або можуть і не включати повітря- або кисневмісні гази. Отже, усі такі зміни та варіанти здійснення відповідають обсягу наступної формули винаходу.

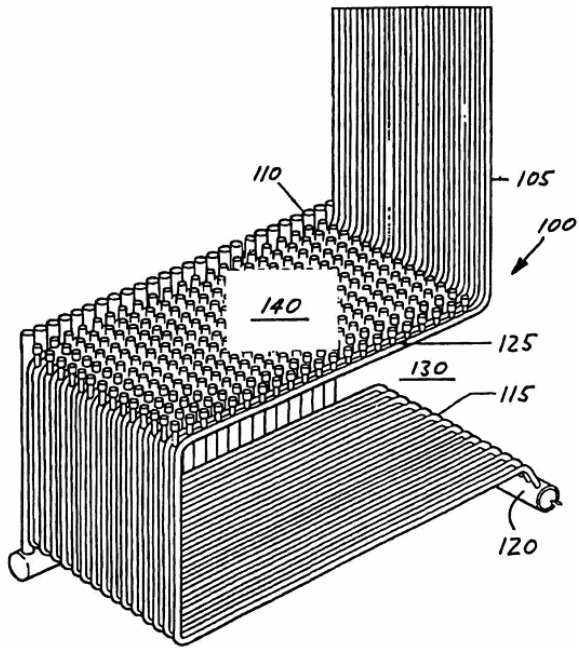


Fig. 1A

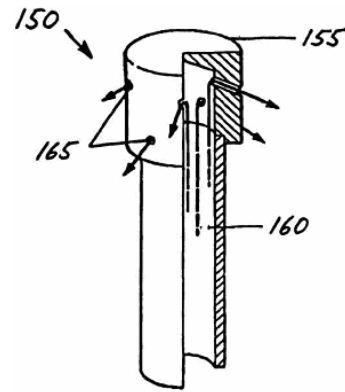


Fig. 1B

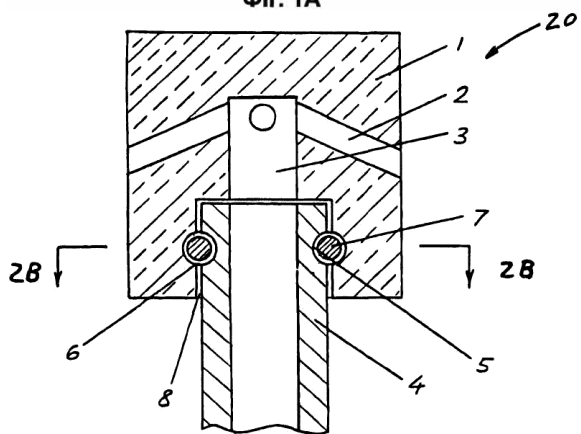


Fig. 2A

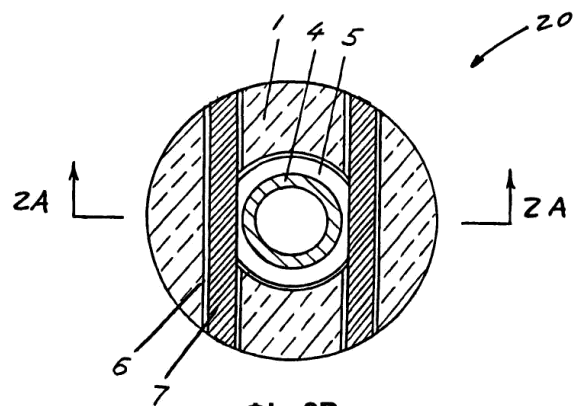


Fig. 2B

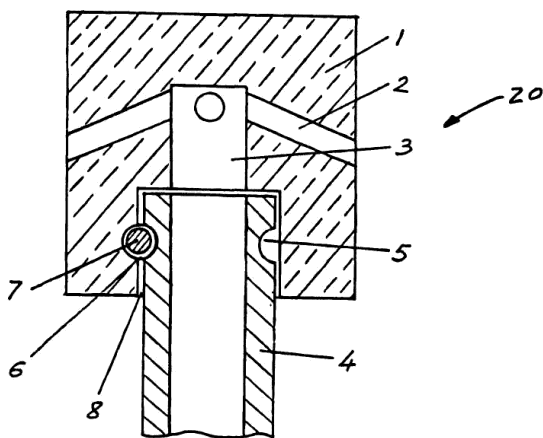


Fig. 3

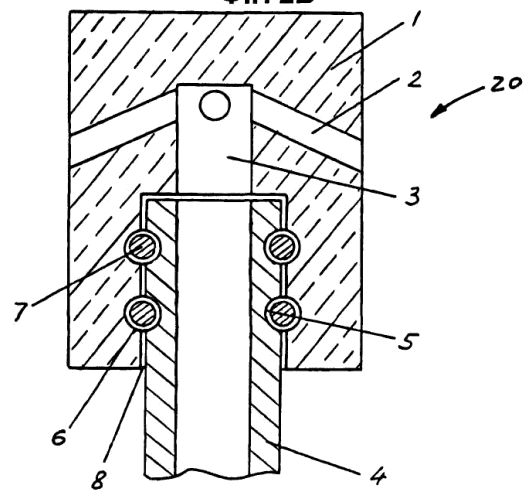


Fig. 4

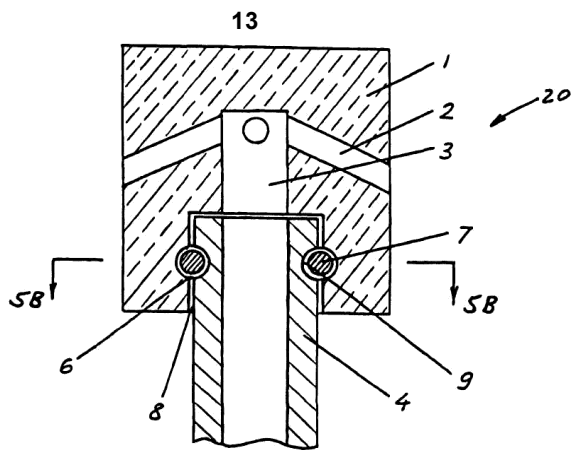


Fig. 5A

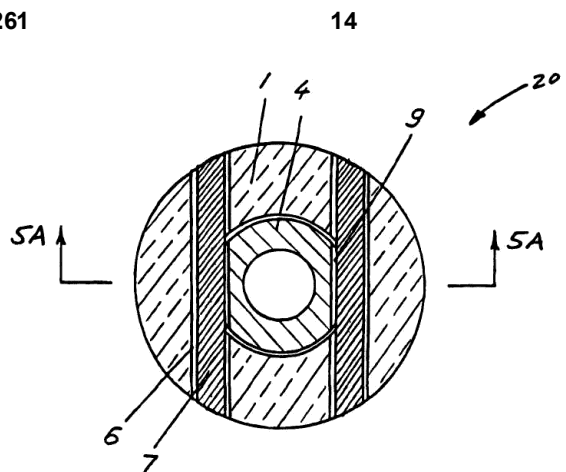


Fig. 5B

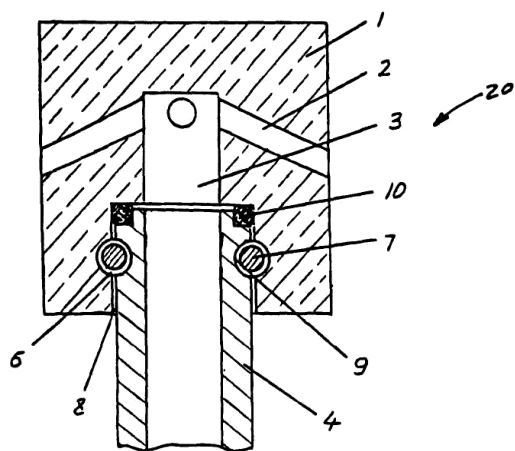


Fig. 6

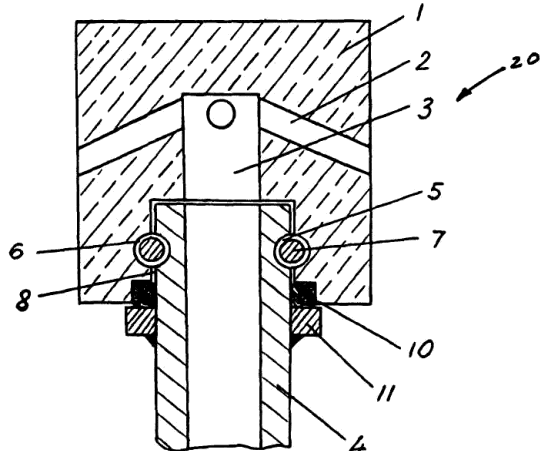


Fig. 7

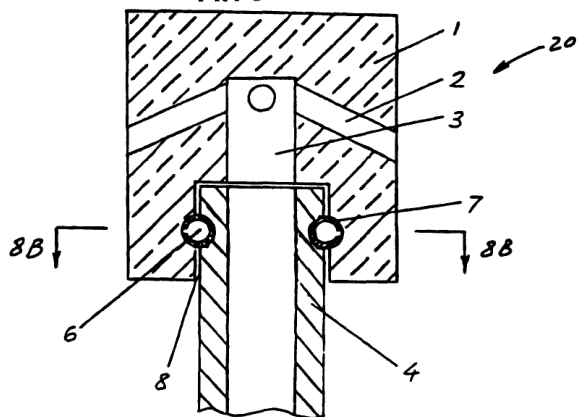


Fig. 8A

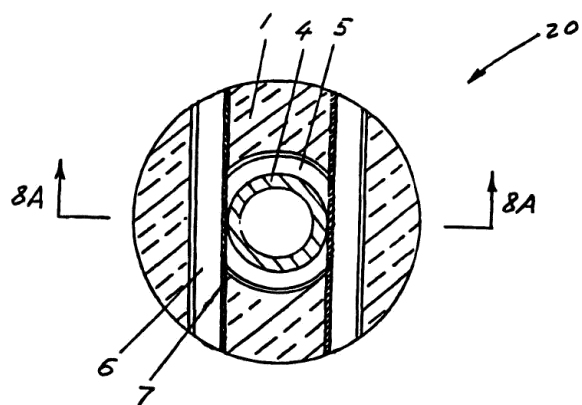


Fig. 8B