



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **82654** (13) **C2**
(51) МПК (2006)
B01D 45/08 (2006.01)
F27B 15/00
F23C 10/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВІДДІЛЯННЯ ТВЕРДИХ РЕЧОВИН ВІД ТОПКОВОГО ГАЗУ В КОТЛІ З ЦИРКУЛЮЮЧИМ ПСЕВДОЗРІДЖЕНИМ ШАРОМ

1

(21) 20040504113
(22) 28.05.2004
(24) 12.05.2008
(31) 10/447,688
(32) 29.05.2003
(33) US
(46) 12.05.2008, Бюл.№ 9, 2008 р.
(72) МАРІАМЧИК МІХАІЛ, АНДЕРСОН ГАРІ Л.,
ХАХН ДЖЕФФРІ ДЖ., КОЛЛІНЗ ЕДВІН Л. ІІІ, КОН-
НОРЗ ТІМОТІ Ф., БОЛЕБРУК ДЖЕФФРІ ДЖ.
(73) ДЗЕ БЕБКОК ЕНД УІЛКОКС КОМПАНІ, КОР-
ПОРАЦІЯ ШТАТУ ДЕЛАВЕР
(56) UA 58555 C2, 15.03.2001
US 4992085, 12.02.1991
US 6322603 B1, 27.11.2001
US 6500221 B2, 31.12.2002
US 6454824 B1, 24.09.2002
(57) 1. Пристрій для відділення твердих речовин
від потоку топкового газу в котлі з циркулюючим
псевдозрідженим шаром (ЦПШ), який містить:
набір вертикальних сепараторів частинок відбійно-
го типу, розташованих усередині ЦПШ, при цьому
сепаратори частинок відбійного типу розташовані
суміжно та на відстані один від одного по горизон-
талі з утворенням декількох рядів, розташованих у
шаховому порядку, при цьому кожний сепаратор
частинок відбійного типу містить принаймні одну
вертикальну охолоджувану опорну трубу для про-
ходження крізь неї охолоджувального середовища
та набір підвісних елементів, які підтримуються з
принаймні однієї опорної труби, при цьому підвісні
елементи в наборі взаємодіють один з одним на
їхніх суміжних кінцях, утворюючи колекторний ка-
нал, відкритий у напрямку до потоку топкового газу
уздовж довжини опорної труби, та
де кожний підвісний елемент включає дві взаємно
відвернуті U-подібні частини, при цьому перша U-
подібна частина відкрита у напрямку до потоку
топкового газу, що надходить, а друга U-подібна
частина охоплює опорну трубу, і де перша U-
подібна частина розташована зі зсувом відносно

2

другої U-подібної частини по деякій частині висоти
підвісного елемента.
2. Пристрій за п. 1, де перша U-подібна частина
розташована зі зсувом униз відносно другої U-
подібної частини.
3. Пристрій за п. 2, де стінки верхнього кінця пер-
шої U-подібної частини є стоншеними зсередини
підвісного елемента, стінки нижнього кінця першої
U-подібної частини є стоншеними ззовні підвісного
елемента, стінки верхнього кінця другої U-подібної
частини є стоншеними ззовні підвісного елемента,
а стінки нижнього кінця другої U-подібної частини є
стоншеними зсередини підвісного елемента.
4. Пристрій за п. 1, де принаймні одна опорна тру-
ба має принаймні одну пару опорних шипів для
кожного підвісного елемента, при цьому шипи у
кожній парі прикріплені до протилежних боків тру-
би, та де друга U-подібна частина має заглиблен-
ня, утворені на внутрішньому боці бокових стінок
для зачіплювання за принаймні одну пару опорних
шипів, розташованих на трубі, так щоб кожний
підвісний елемент міг звисати з принаймні однієї
пари опорних шипів.
5. Пристрій за п. 4, де кожний підвісний елемент
має отвір, розташований одразу нижче заглиблень
для принаймні однієї пари опорних шипів, та сто-
порний штифт, вставлений у отвір, щоб уникнути
виходу заглиблень із зачеплення з принаймні од-
нією парою опорних шипів.
6. Пристрій за п. 5, де стопорний штифт є більш
довгим, ніж отвір, у який він вставлений, та він має
головку, яка у замкнутому положенні повністю
проходить крізь отвір, при цьому головка має бі-
льший діаметр, ніж частина корпусу стопорного
штифта, розташованого усередині отвору у за-
мкнутому положенні, та де стопорний штифт має
центр ваги, розташований ззовні (поза) отвору,
коли стопорний штифт знаходиться у замкнутому
положенні.
7. Пристрій за п. 1, де підвісний елемент виготов-
лений з металу або кераміки.

(19) **UA** (11) **82654** (13) **C2**

Цей винахід відноситься, взагалі, до котлів з циркулюючим псевдозрідженим шаром (ЦПШ) та, зокрема, до поліпшених конструкцій сепараторів частинок відбійного типу, які містять окремі елементи сепаратора частинок відбійного типу.

Системи котлів з ЦПШ є відомими та застосовуються для виробництва пари для промислових процесів та/або вироблення електричної енергії. [Дивись, наприклад, патенти США №№5 799 593, 4 992 085 та 4 891 052, Belin та інші, №5 809 940, James та інші, 5 378 253 та 5 435 820, Damn та інші, та 5 343 830, Alexander та інші.] У реакторах з ЦПШ тверді речовини, як ті, що вступають у реакцію, так і ті, що не вступають до неї, захоплюються усередині кожуха реактора висхідним газовим потоком, який несе тверді речовини до виходу у верхній частині реактора, де тверді речовини відділяються сепараторами частинок відбійного типу. Сепаратори частинок відбійного типу розташовані у шаховому порядку для утворення проходу, через який може проходити газовий потік, а захоплені частинки - ні. Зібрані тверді речовини повертають до днища реактора. Одна схема влаштування котла з ЦПШ застосовує набір сепараторів частинок відбійного типу (або вгнуті відбійні елементи, або U-подібні елементи) біля виходу печі, щоб відділити частинки від топкового газу. Незважаючи на те, що ці сепаратори мають різноманітні конфігурації, їх звичайно називають U-подібними елементами, тому що вони найчастіше мають U-подібну конфігурацію у поперечному перерізі.

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

Колекторні елементи цих типів є взагалі відносно довгими порівняно з їхньою шириною та глибиною. Форма колекторних елементів звичайно зумовлюється двома факторами, а саме: збиральною ефективністю самих U-подібних елементів та спроможністю U-подібних елементів підтримувати самих себе. При застосуванні таких елементів їх звичайно розташовують біля виходу печі та не охолоджують. Їх розташування біля вихідного отвору печі призначене для захисту розташованих далі по потоку нагрівальних поверхонь від ерозії частинками твердих речовин. Отже, U-подібні елементи зазнають впливу високих температур потоку топкового газу/твердих речовин, та матеріали, що застосовуються для U-подібних елементів, повинні бути достатньо термостійкими, щоб забезпечити відповідне обпирання та стійкість до руйнування.

Довгі канали з листів нержавіючої сталі, які підтримують самі себе, успішно застосовували у котлах з ЦПШ для первинного колектора твердих речовин, проте границя повзучості комерційно доступних та прийнятних сплавів обмежує довжину колекторних елементів.

Розділення довгого колекторного каналу на короткі сегменти зумовлює набагато меншу необхідну міцність кожного короткого сегмента порівняно з міцністю довгого каналу завдяки ряду проміжних опор та невеликої ваги будь-якого окремого сегмента або елемента.

Відомими є колекторні елементи, які охолоджуються або обпираються на охолоджувані конструкції. Дивись, наприклад, [патенти США №6 322 603 Bl, Walker, №6 500 221 Bl, Walker та інші, та №6 454 824 Bl, Maryamchik та інші], тексти яких включено у повному обсязі до цього опису винаходу шляхом посилання. Ці колекторні елементи добре пристосовані до середовища, що їх оточує, та до виконання призначення відділяти частинки твердих речовин від топкового газу, та їх зручніше обслуговувати та ремонтувати, ніж звичайні U-подібні елементи, що містять канали з листової нержавіючої сталі, які підтримують самих себе.

Цей винахід спрощує процеси зборки та демонтування таких сепараторів частинок відбійного типу, тим самим скорочуючи час та зменшуючи кошти, необхідні для перевірки їхнього стану та обслуговування. Як буде видно з наступного опису, кожний з сепараторів частинок відбійного типу містить набір окремих елементів сепаратора частинок відбійного типу, які можна встановлювати на відповідну опору або від'єднувати від відповідної опори, переважно охолоджуваної опорної труби, не порушуючи положення інших окремих елементів сепаратора частинок відбійного типу, що утворюють цей же сепаратор частинок відбійного типу. Крім того, кожний окремих елемент можна легко застопорити у зібраному положенні, щоб уникнути випадкового відокремлення під час роботи.

Сепаратори частинок відбійного типу є звичайно U-подібними елементами, але частина, яка спрямована до потоку частинок топкового газу та захоплених твердих речовин, може також бути W-, E-, V-подібною або мати інші форми. Такі сепаратори частинок відбійного типу знаходять особливе застосування у котлах або реакторах з ЦПШ.

Отже, один аспект цього винаходу стосується пристрою для відділення твердих речовин від потоку топкового газу у котлі з ЦПШ. Пристрій містить набір вертикальних сепараторів частинок відбійного типу, розташованих усередині ЦПШ. Сепаратори частинок відбійного типу розташовані суміжно та на відстані один від одного по горизонталі з утворенням декількох рядів, розташованих у шаховому порядку. Кожний сепаратор частинок відбійного типу містить принаймні одну вертикальну охолоджувану опорну трубу для проходження крізь неї охолоджувального середовища та набір підвісних елементів, які підтримуються з принаймні однієї опорної труби. Підвісні елементи в наборі взаємодіють один з одним на їхніх суміжних кінцях, утворюючи колекторний канал, відкритий у напрямку до потоку топкового газу уздовж довжини опо-

рної труби. Кожний підвісний елемент включає дві взаємно відвернуті U-подібні частини, при цьому перша U-подібна частина відкрита у напрямку до потоку топкового газу, що надходить, а друга U-подібна частина охоплює опорну трубу, і перша U-подібна частина розташована зі зсувом відносно другої U-подібної частини по деякій частині висоти підвісного елемента.

Різні нові ознаки, які характеризують винахід, вказані у формулі винаходу, яка додається та яка є частиною цього опису. Для кращого розуміння винаходу, його переваг при функціонуванні та специфічної корисності, пов'язаних з його застосуванням, робиться посилання на супроводжувальний ілюстративний матеріал та опис суті винаходу, де проілюстровано переважний варіант здійснення винаходу.

В ілюстративному матеріалі:

Фіг. 1 - це ряд послідовних бокових розрізів, що показують, як окремих елемент сепаратора частинок відбійного типу згідно з цим винаходом можна влаштувати на охолоджуваній опорній трубі між двома іншими окремими елементами сепаратора частинок відбійного типу, які вже були влаштовані на трубі.

Фіг. 2 - це вид зверху окремого елемента сепаратора частинок відбійного типу, зображеного на Фіг. 1, зроблений у напрямку стрілок A-A з Фіг. 1, та

Фіг. 3 - це боковий переріз окремого елемента сепаратора частинок відбійного типу, який ілюструє його частину, яку можна зачепити за шип, влаштований на охолоджуваній опорній трубі, щоб навісити на неї окремих елемент.

Як застосовується у цьому описі, термін котел з ЦПШ буде застосовуватися для позначання реакторів або камер згоряння з ЦПШ, у яких відбувається процес згоряння. Незважаючи на те, що цей винахід спрямований, зокрема, на котли або парогенератори, що застосовують камери згоряння з ЦПШ як засоби виробництва теплоти, зрозуміло, що цей винахід можна легко застосовувати у реакторі з ЦПШ іншого типу. Наприклад, винахід можна застосовувати у реакторі, який використовується для хімічних реакцій, відмінних від процесу згоряння, або там, де суміш газу/твердих речовин від процесу згоряння, що відбувається у будь-якому іншому місці, подається до реактора для подальшої обробки, або там, де реактор просто має кожух, усередині якого частинки або тверді речовини захоплюються газом, що необов'язково є побічним продуктом процесу згоряння. Подібно до цього, термін U-подібний елемент застосовується далі заради зручності, та він у широкому сенсі означає будь-який тип вгнутих відбійних елементів або сепараторів частинок відбійного типу, що застосовуються для збирання та видалення частинок з навантаженого частинками топкового газу. Зокрема, частина сепараторів частинок відбійного типу, яка здійснює збирання частинок та спрямована до потоку частинок топкового газу та захоплених твердих речовин, може бути U-, W-, E-, V-подібною або мати інші форми, доки вони мають вгнуту або чашоподібну поверхню, спрямовану до потоку топкового газу та захоплених частинок, що надходить, та які надають спроможності елементам збирати

та видаляти частинки з топкового газу. За загальним описом реакторів з ЦПШ читач може звернутися до вищезгаданого [патенту США №5 343 830, Alexander та інші], текст якого включено у повному обсязі до цього опису винаходу шляхом посилання.

Звернемо тепер нашу увагу на ілюстративний матеріал, на якому подібні числові позначення застосовуються для позначання однакових або функціонально подібних елементів на декількох кресленнях. Фіг. 1 - це ряд послідовних бокових розрізів, що показують, як окремих елемент 10 сепаратора частинок відбійного типу згідно з цим винаходом можна влаштувати на охолоджуваній опорній трубі 20 між двома іншими окремими елементами 10 сепаратора частинок відбійного типу, які вже були влаштовані на трубі 20. Фіг. 2 показує вид зверху окремого елемента сепаратора частинок відбійного типу, зображеного на Фіг. 1, який зроблено у напрямку стрілок A-A з Фіг. 1. Переважно, кожний окремих елемент 10 сепаратора частинок відбійного типу (далі "елемент 10") включає дві взаємно відвернуті U-подібні частини (тобто кожна "U" розташована своєю нижньою частиною "спина до спини" іншої "U"), при цьому одна (перша) U-подібна частина 12 відкрита у напрямку до потоку 14 топкового газу та захоплених частинок, що надходить, а інша (друга) U-подібна частина 16 охоплює трубу 20. Як зображено, перша U-подібна частина 12 розташована зі зсувом відносно другої U-подібної частини 16 по деякій частині висоти підвісного елемента 10.

Для того, щоб утворити безперервний колекторний канал сепаратора (U-подібного елемента) частинок відбійного типу, який запобігає проникненню твердих частинок між елементами 10, нижній кінець 30 першої U-подібної частини 12 даного елемента 10 у зібраному положенні вставлений у верхній кінець 40 відповідної частини 12 нижнього суміжного елемента 10. Крім того, щоб запобігти накопиченню твердих речовин у другій частині 16 елементів 10, а також щоб здійснити зручну зборку, верхній кінець 50 другої U-подібної частини 16 даного елемента 10 у зібраному положенні вставлений у нижній кінець 60 відповідної частини 16 верхнього суміжного елемента 10. Це досягається тим, що стінки верхнього кінця 40 першої U-подібної частини 12 є стоншеними зсередини елемента 10, у той час як стінки нижнього кінця 30 першої U-подібної частини 12 є стоншеними ззовні елемента 10. Подібно до цього, стінки верхнього кінця 50 другої U-подібної частини 16 є стоншеними ззовні елемента 10, а стінки нижнього кінця 60 другої U-подібної частини 16 є стоншеними зсередини елемента 10.

Кожний елемент 10 переважно підтримується на відповідній трубі 20 за допомогою опорних шипів 70, прикріплених, наприклад, шляхом приварювання до протилежних боків труби 20. Незважаючи на те, що принаймні одна пара шипів 70, переважно, підтримує кожний елемент 10, дві пари опорних шипів 70, розташованих на відстані по вертикалі один від одного, можна застосувати для кожного елемента 10 для досягнення більш стійкої конструкції. Друга частина 16 кожного елемента 10

переважно має заглиблення 80 на внутрішньому боці бокових стінок, що утворюють другу частину 16. Ці заглиблення 80 взаємодіють з шипами 70 на трубі 20, що дозволяє навісити кожний елемент 10 на одну або декілька пар шипів 70.

Як показано на Фіг.1, влаштування кожного окремого елемента 10 здійснюється послідовно, як показано на серії ілюстрацій або етапів, пронумерованих від 1 до 5.

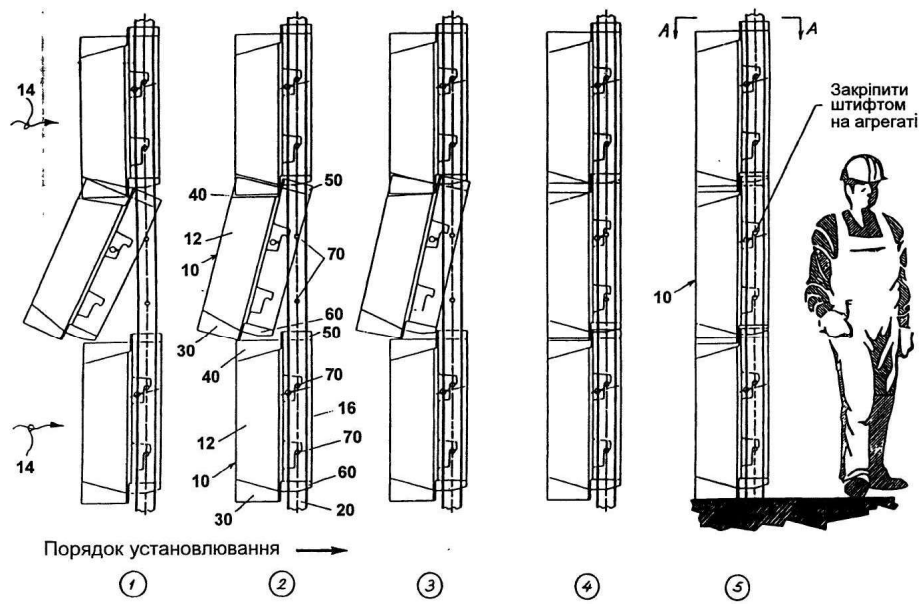
Для того, щоб відокремити будь-який елемент 10 від опорної труби 20, елемент 10 слід, поперше, підняти з його постійного положення на опорних шипах 70, тим самим переходячи від стадії 5 до стадії 4, як показано на Фіг.1. Потім елемент 10 повертають, поступово переходячи від стадії 4 до стадії 1, завдяки чому елемент 10 повністю від'єднується від труби 20. Для того, щоб полегшити процеси зборки та демонтажу, зберігаючи при цьому вищезазначену взаємодію кінців суміжних елементів 10, перша U-подібна частина 12 даного елемента 10 розташована зі зсувом униз по відношенню до другої U-подібної частини 16 того ж самого елемента 10.

Оскільки неможливо здійснити демонтаж, якщо даний елемент 10 не піднятий з відповідних опорних шипів 70, запобігання такому вертикальному руху або підйманню зумовлює фіксовану зборку безперервного колекторного каналу сепаратора (U-подібного елемента) частинок відбійного типу. Такому вертикальному руху або підйманню можна запобігти, застосовуючи металевий стопорний штифт 90, який вставляють у отвір 100, розташований у корпусі елемента 10, одразу нижче заглиблення 80. Цю конструкцію зображено на Фіг.3, на якій можна побачити, що, коли зробити будь-яку спробу підняти елемент 10 разом зі стопорним штифтом 90, розташованим на своєму місці, стопорний штифт 90 буде упиратися в опорний шип 70, запобігаючи виходу заглиблення 80 із зачеплення із опорним шипом 70.

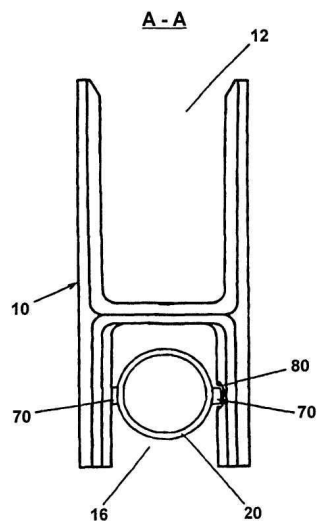
Випадкового випадіння стопорного штифта 90 з отвору 100 можна уникнути завдяки як формі, так і розподіленню ваги стопорного штифта 90. Голівка 110 стопорного штифта 90 у положенні "замкнено" повністю проходить крізь отвір 100. Голівка 110 має діаметр, який перебільшує діаметр частини 120 корпусу стопорного штифта 90. Стопорний штифт 90 має центр ваги 130, який знаходиться ззовні (поза) отвору 100, тим самим фіксуючи таке положення стопорного штифта 90 усередині отвору 100, що рух стопорного штифта 90 з отвору 100 не відбудеться завдяки ступінчастій зміні діаметра стопорного штифта 90, утвореній між голівкою 110 та корпусом 120, що упирається у край 140 отвору 100. Отже, можна тепер бачити, що єдиний спосіб, за допомогою якого можна витягнути стопорний штифт 90 з отвору 100 - це вручну розташувати стопорний штифт 90 коаксіально отвору 100, а потім виїняти стопорний штифт 90.

Різні матеріали можна застосовувати для окремих U-подібних елементів 10, включаючи метал та кераміку.

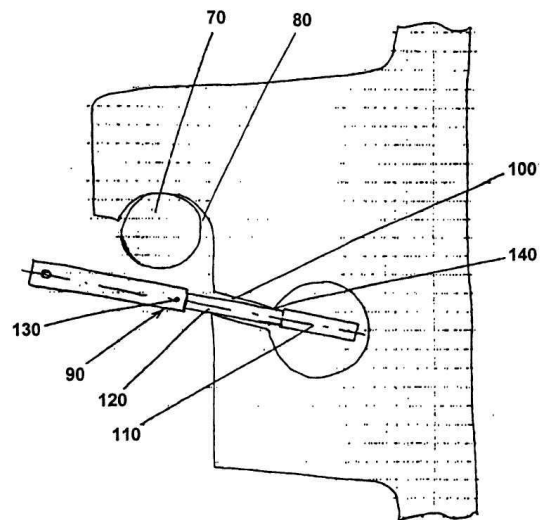
Незважаючи на те, що специфічні варіанти здійснення винаходу були показані та описані докладно з метою проілюструвати застосування принципів винаходу, фахівці у галузі зрозуміють, що можна зробити зміни у формі винаходу, які відповідають наступній формулі винаходу, не відходячи при цьому від таких принципів. Наприклад, цей винахід можна застосовувати до нової конструкції, що використовує реактори або камери згоряння з циркулюючим псевдозрідженим шаром, або для заміни, ремонту або модифікації існуючих реакторів або камер згоряння з циркулюючим псевдозрідженим шаром. У деяких варіантах здійснення винаходу певні ознаки винаходу можна іноді застосовувати з досягненням переваг, не застосовуючи при цьому інші ознаки. Отже, усі такі зміни та варіанти здійснення охоплюються обсягом наступної формули винаходу.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3