



УКРАЇНА

(19) UA (11) 84252 (13) C2
(51) МПК (2006)
F23C 10/00
F27B 15/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) РЕАКТОР З ЦИРКУЛЮЮЧИМ ПСЕВДОЗРІДЖЕНИМ ШАРОМ І КОТЕЛ З ЦИРКУЛЮЮЧИМ ПСЕВДОЗРІДЖЕНИМ ШАРОМ (ВАРІАНТИ)

1

(21) 2002075849
(22) 15.07.2002
(24) 10.10.2008
(31) 09/906,993
(32) 17.07.2001
(33) US
(46) 10.10.2008, Бюл.№ 19, 2008 р.
(72) ФЕЛІКС БЕЛІН, МИХАЇЛ МАРІАМЧИК, САН-ДАРА М. КАВІДАСС, ДЕЙВІД ДЖ. УОЛКЕР, ДО-НАЛЬД Л. ВІЦКЕ
(73) ДЗЕ БЕБКОК ЕНД УІЛКОКС КОМПАНІ
(56) UA 26181, F23C10/00, 07.06.99
SU 1695044, F23C11/02, 30.11.91
US 5533471, F22B31/00, 09.07.96
US 5526775, F22B31/00, 18.06.96
US 5190451, B01D53/34, 02.03.93
US 5299532, F22B31/00, 05.04.94
Краткий политехнический словарь. - М.: Государственное изд. технико-теоретической литературы, 1956. - С.457.
(57) 1. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром, який містить реакційну камеру, яка має бічні стінки та газорозподільну подину, що визначає під на нижньому кінці реакційної камери з циркулюючим псевдозрідженим шаром, для постачання зріджувального газу у реакційну камеру, кожух киплячого псевдозрідженого шару та поверхню нагрівання для поглинання теплоти твердих речовин киплячого псевдозрідженого шару, який **відрізняється** тим, що містить засоби для постачання зріджувального газу у першу частину газорозподільної подини для утворення шару псевдозріджених твердих речовин, який рухається швидко, у першій зоні у межах реакційної камери, та засоби для постачання зріджувального газу у другу частину газорозподільної подини для утворення киплячого псевдозрідженого шару псевдозріджених твердих речовин у другій зоні у межах реакційної камери, засоби для регулювання кількості зріджувального газу, який постачається в першу зону, і засоби регулювання кількості зріджувального газу, який постачається у другу зону, та засоби для видалення твердих речовин з першої та другої зон для видалення цих твердих речовин з котла або для рециркуляції твердих речовин

2

човин через нього, при цьому кожух киплячого псевдозрідженого шару визначає згадану другу зону у межах реакційної камери з циркулюючим псевдозрідженим шаром.
2. Котел за п.1, який **відрізняється** тим, що кожух киплячого псевдозрідженого шару розташовано у межах реакційної камери приблизно у її центрі або суміжно зі стінкою реакційної камери з ЦПШ.
3. Котел за п.1, який **відрізняється** тим, що він містить набір кожухів киплячого псевдозрідженого шару, які визначають другу зону у межах реакційної камери.
4. Котел за п.3, який **відрізняється** тим, що набір кожухів киплячого псевдозрідженого шару розташовано у межах реакційної камери або приблизно у її центрі, або суміжно зі стінкою реакційної камери, або як приблизно у її центрі, так і суміжно зі стінкою реакційної камери.
5. Котел за п.1, який **відрізняється** тим, що кожух киплячого псевдозрідженого шару, який визначає другу зону у межах реакційної камери, має стінки, що простягаються догори від поду, при цьому кожна стінка кожуха розташована або вертикально, або з нахилом.
6. Котел за п.1, який **відрізняється** тим, що поверхню нагрівання розташована у межах другої зони для поглинання теплоти з киплячого псевдозрідженого шару псевдозріджених твердих речовин.
7. Котел за п.6, який **відрізняється** тим, що він містить принаймні один отвір у поді у межах другої частини газорозподільної подини, незалежно керовані засоби для постачання зріджувального газу, розташовані нижче цього принаймні одного отвору, другу поверхню нагрівання, розташовану нижче газорозподільної подини, та прохід для переміщення твердих речовин з другої зони до другої поверхні нагрівання, який сполучений із засобами для видалення твердих речовин із котла або для рециркуляції твердих речовин через нього.
8. Котел за п.7, який **відрізняється** тим, що він містить третю поверхню нагрівання, розташовану у проміжках між засобами постачання зріджува-

(19) UA (11) 84252 (13) C2

льного газу у проході від другої зони до другої поверхні нагрівання, при цьому прохід для переміщення твердих речовин з другої зони крізь третю та другу поверхні нагрівання сполучений із засобами для видалення твердих речовин з котла або для рециркуляції твердих речовин через нього.

9. Котел за п.8, який **відрізняється** тим, що перша, друга та третя поверхні нагрівання містять поверхню принаймні або пароперегрівника, або проміжного пароперегрівника, або випарника, або економайзера.

10. Котел за п.1 або 5, який **відрізняється** тим, що кожух киплячого псевдозрідженого шару містить охолоджувані рідиною труби, покриті стійким до ерозії матеріалом.

11. Котел за п.10, який **відрізняється** тим, що охолоджувані рідиною труби утворюють розподільну стінку, що простягається у межах реакційної камери, та сполучені з вхідним та вихідним колекторами, розташованими зовні реакційної камери.

12. Котел за п.1, який **відрізняється** тим, що поверхня нагрівання розташована у межах кожуха киплячого псевдозрідженого шару для поглинання тепла з киплячого псевдозрідженого шару псевдозріджених твердих речовин, при цьому котел містить засоби для регулювання теплопередачі від киплячого шару псевдозріджених твердих речовин до поверхні нагрівання.

13. Котел за п.12, який **відрізняється** тим, що засоби для регулювання теплопередачі містять засоби для регулювання рівня шару у межах кожуха киплячого псевдозрідженого шару або засоби для регулювання кількості твердих речовин, які проходять у межах кожуха киплячого псевдозрідженого шару.

14. Котел за п.12, який **відрізняється** тим, що засоби для регулювання теплопередачі містять одну або більше труб для переміщення твердих частинок з киплячого псевдозрідженого шару в оточуючий шар псевдозріджених частинок, який рухається швидко, які простягаються з нижньої частини киплячого псевдозрідженого шару безпосередньо над газорозподільною подиною до верхнього рівня біля або над найнижчою частиною стінок кожуха киплячого псевдозрідженого шару, та окремі засоби для постачання зріджувального газу, які знаходяться нижче кожної вищезгаданої однієї або більше труб.

15. Котел за п.12, який **відрізняється** тим, що засоби для регулювання теплопередачі містять один або більше немеханічних клапанів для переміщення твердих частинок з нижньої частини киплячого псевдозрідженого шару в оточуючий шар псевдозріджених частинок, який рухається швидко, та окремі засоби для постачання зріджувального газу поруч з кожним вищезгаданим одним або більше немеханічними клапанами.

16. Котел за п.1, який **відрізняється** тим, що він містить принаймні один отвір у поді у межах другої частини газорозподільної подини, незалежно керовані засоби постачання зріджувального газу, розташовані нижче принаймні одного отвору, а поверхня нагрівання розташована нижче газорозподільної подини у межах проходу для пере-

міщення твердих речовин з другої зони і загалом з реакційної камери.

17. Котел за п.16, який **відрізняється** тим, що поверхня нагрівання розташована нижче незалежно керованих засобів постачання зріджувального газу.

18. Котел за п.16, який **відрізняється** тим, що поверхня нагрівання розташована у проміжках між незалежно керованими засобами постачання зріджувального газу.

19. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром, який містить реакційну камеру з циркулюючим псевдозрідженим шаром, яка має бічні стінки та газорозподільну подину, що визначає під на нижньому кінці реакційної камери, для постачання зріджувального газу у реакційну камеру, кожух киплячого псевдозрідженого шару та поверхню нагрівання для поглинання теплоти твердих речовин киплячого псевдозрідженого шару, який **відрізняється** тим, що має засоби для постачання зріджувального газу у першу частину газорозподільної подини для утворення шару псевдозріджених твердих речовин, який рухається швидко принаймні у першій зоні у межах реакційної камери, та засоби для постачання зріджувального газу у другу частину газорозподільної подини для утворення киплячого псевдозрідженого шару псевдозріджених твердих речовин у другій зоні у межах реакційної камери, засоби для регулювання кількості зріджувального газу, який постачається у першу зону, і засоби для регулювання кількості зріджувального газу, який постачається у другу зону, причому кожух киплячого псевдозрідженого шару визначає згадану другу зону в межах реакційної камери, а котел крім того містить засоби для регулювання теплопередачі від киплячого псевдозрідженого шару до поверхні нагрівання у межах кожуха киплячого псевдозрідженого шару, при цьому згадана поверхня нагрівання містить принаймні поверхню або пароперегрівника, або проміжного пароперегрівника, або випарника, або економайзера.

20. Котел за п.19, який **відрізняється** тим, що засоби для регулювання теплопередачі містять засоби для регулювання рівня шару у межах кожуха киплячого псевдозрідженого шару або засоби для регулювання кількості твердих речовин, які проходять у межах кожуха киплячого псевдозрідженого шару.

21. Котел за п.20, який **відрізняється** тим, що засоби для регулювання теплопередачі містять одну або більше труб для переміщення твердих частинок з киплячого псевдозрідженого шару в оточуючий шар псевдозріджених частинок, які рухаються швидко, які простягаються з нижньої частини киплячого псевдозрідженого шару безпосередньо над газорозподільною подиною до верхнього рівня поблизу або над найнижчою частиною кожуха киплячого псевдозрідженого шару, та окремі засоби постачання зріджувального газу, які знаходяться нижче кожної вищезгаданої однієї або більше труб.

22. Котел за п.20, який **відрізняється** тим, що засоби для регулювання теплопередачі містять один або більше немеханічних клапанів для пе-

реміщення твердих частинок з нижньої частини киплячого псевдозрідженого шару в оточуючий шар псевдозріджених частинок, який рухається швидко, та окремі засоби постачання зріджувального газу поблизу від кожного вищезазначеного одного або більше немеханічних клапанів.

23. Котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром, який містить реакційну камеру з циркулюючим псевдозрідженим шаром, яка має бічні стінки та газорозподільну подину, що визначає під на нижньому кінці реакційної камери, для постачання зріджувального газу у реакційну камеру, кожух киплячого псевдозрідженого шару та поверхню нагрівання для поглинання теплоти твердих речовин киплячого псевдозрідженого шару, який **відрізняється** тим, що він містить засоби для постачання зріджувального газу у першу частину газорозподільної подини для утворення шару псевдозріджених твердих речовин, який рухається швидко, у першій зоні у межах реакційної камери та засоби для постачання зріджувального газу у другу частину газорозподільної подини для утворення киплячого псевдозрідженого шару псевдозріджених твердих речовин у другій зоні реакційної камери, засоби для регулювання кількості зріджувального газу, який постачається в першу зону, і засоби для регулювання кількості зріджувального газу, який постачається в другу

зону, та засоби для видалення твердих речовин з першої та другої зон для видалення цих твердих речовин з котла або для рециркуляції твердих речовин через нього, причому кожух киплячого псевдозрідженого шару визначає згадану другу зону в межах реакційної камери, а поверхня нагрівання розташована у межах другої зони для поглинання тепла з киплячого псевдозрідженого шару псевдозріджених твердих речовин, крім того, котел містить принаймні один отвір у поді у межах другої частини газорозподільної подини, незалежно керовані засоби постачання зріджувального газу, розташовані нижче принаймні одного отвору, другу поверхню нагрівання, розташовану нижче газорозподільної подини, та прохід для переміщення твердих речовин з другої зони до другої поверхні нагрівання та третю поверхню нагрівання, розташовану у проміжках між засобами постачання зріджувального газу у проході від другої зони до другої поверхні нагрівання, при цьому поверхні нагрівання містять принаймні поверхню або пароперегрівника, або проміжного пароперегрівника, або випарника, або економайзера, а вищезгаданий прохід для переміщення твердих речовин з другої зони крізь третю та другу поверхні нагрівання сполучений із засобами для видалення твердих речовин з котла або для рециркуляції твердих речовин через нього.

Цей винахід відноситься, взагалі, до галузі будівництва реакторів або котлів з циркулюючим псевдозрідженим шаром (ЦПШ), таких що застосовуються у пристроях, які виробляють електроенергію, та, зокрема, до нового та корисного влаштування реакторів з ЦПШ, що дозволяє регулювати температуру у межах реакційної камери з ЦПШ та/або температуру потоку твердих речовин, що виходить. Конструкція реактора з ЦПШ згідно з цим винаходом містить та підтримує не тільки ЦПШ, але також один або більше киплячих псевдозріджених шарів (КПШ) у нижній частині кожуха реактора з ЦПШ, тобто, одна або більше ділянок повільних киплячих шарів підтримуються та розташовуються у межах ділянки швидкого ЦПШ. Конструкція поверхні нагрівання розташована у межах киплячого(-их) псевдозрідженого(-их) шару(-ів) (КПШ). Передача тепла до поверхні нагрівання регулюється шляхом окремо регульованого постачання зріджувального газу до киплячого(-их) псевдозрідженого(-их) шару(-ів) (КПШ) для підтримання бажаного рівня шару або для регулювання кількості твердих речовин, що проходять крізь киплячий(-і) псевдозріджений(-і) шар(-и) (КПШ).

Більшість теплообмінників киплячого шару, які є відомими винахідникам з попереднього рівня техніки, розташовуються зовні реакційної камери з ЦПШ та займають, принаймні, одну з стінок кожуха.

Наприклад, кожен з [патентів США за №5,526,775 та 5,533,471, Нуррпепен], описують ЦПШ, що має суміжний киплячий псевдозріджений шар з невід'ємним теплообмінником. [Патент США за №5,533,471] описує розташування повільного киплячого псевдозрідженого шару нижче та збоку днища камери з ЦПШ, який рухається швидше. У [патенті США за №5,526,775] повільний киплячий шар знаходиться над та збоку швидкого ЦПШ. Кожен повільний шар регулюється тим, що частинки можуть повертатися назад до головної камери з ЦПШ крізь отвір у боці камери повільного шару. Такі теплообмінники далі потребують різного рівня розташування газорозподільної подини для кожного шару, що суттєво ускладнює конструкцію систем з ЦПШ. Як наслідок, може збільшуватися площа ЦПШ у плані.

Інші патенти описують теплообмінні елементи, розташовані над газорозподільною подиною печі з ЦПШ, але не у межах ділянки повільного киплячого шару швидкого ЦПШ. У [патенті США за №5,190,451, Goldbach], наприклад, показана камера з ЦПШ, що має теплообмінник, занурений у псевдозріджений шар на нижньому кінці камери. Шар має лише один повітряний інжектор для регулювання швидкості циркуляції для усього шару.

[Патент США за №5,299,532, Dietz], описує ЦПШ, що має камеру рециркуляції, яка є безпосередньо суміжною з головною камерою з ЦПШ.

Камера рециркуляції отримує частково спалені частинки з циклонного сепаратора, який розташований між та сполучений з камерою рециркуляції та верхнім випускним отвором головної камери з ЦПШ. Теплообмінник розташований усередині камери рециркуляції, а камера рециркуляції відокремлена від головної камери з ЦПШ водяними стінками і займає частину нижньої частини кожуха печі, камера рециркуляції не виходить за межі кожуха печі.

[Патент США за №5,184,671, Alliston та інші], описує теплообмінник, який має численні ділянки псевдозріджених шарів. Одна ділянка має теплообмінні поверхні, але інші ділянки застосовуються для регулювання швидкості теплообміну між матеріалом псевдозрідженого шару та теплообмінними поверхнями.

Жодний з цих киплячих шарів з попереднього рівня техніки не застосовується таким чином, щоб спростити конструкцію реактора з ЦПШ взагалі та щоб спростити доступ до стінок кожуха, необхідний для завантаження реагентів, експлуатації та догляду.

Цей винахід призначений подолати обмеження щодо застосування теплообмінників повільного шару ЦПШ з попереднього рівня техніки, пропонуючи котел або реактор з ЦПШ, що має внутрішній теплообмінник у повільному киплячому шарі, при цьому не збільшується площа ЦПШ у плані.

Отже, один аспект цього винаходу стосується котла з циркулюючим псевдозрідженим шаром (ЦПШ), який містить: реакційну камеру з ЦПШ, яка має бічні стінки та газорозподільну подину, що визначає під на нижньому кінці реакційної камери з ЦПШ, для постачання зріджувального газу у реакційну камеру з ЦПШ. Пропонуються засоби для постачання певної кількості зріджувального газу у першу частину газорозподільної подини, достатньої для утворення шару псевдозріджених твердих речовин, який рухається швидко, у першій зоні реакційної камери з ЦПШ, та засоби для постачання певної кількості зріджувального газу у другу частину газорозподільної подини, достатньої для утворення киплячого псевдозрідженого шару псевдозріджених твердих речовин у другій зоні реакційної камери з ЦПШ. Кількість зріджувального газу, що постачається в одну зону, можна регулювати незалежно від кількості зріджувального газу, який постачається в іншу зону. Зрештою, пропонуються засоби для видалення твердих речовин з першої та другої зон для видалення цих твердих речовин з котла з ЦПШ або для рециркуляції твердих речовин до нього для регулювання шару, що рухається швидко.

В окремих випадках виконання котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром (ЦПШ), що заявляється, має наступні суттєві відмітні ознаки. Котел містить, принаймні, один кожух киплячого псевдозрідженого шару, який визначає другу зону у межах реакційної камери з ЦПШ. Принаймні, один кожух киплячого псевдозрідженого шару розташований у межах реакційної камери з ЦПШ приблизно у її центрі або суміжно зі стінкою реак-

ційної камери з ЦПШ. Котел містить набір кожухів киплячого псевдозрідженого шару, які визначають другу зону у межах реакційної камери з ЦПШ. Набір кожухів киплячого псевдозрідженого шару розташований у межах реакційної камери з ЦПШ приблизно у її центрі, або суміжно зі стінкою реакційної камери з ЦПШ, або як приблизно у її центрі, так і суміжно зі стінкою реакційної камери з ЦПШ. Котел містить, принаймні, один кожух киплячого псевдозрідженого шару, який визначає другу зону у межах реакційної камери з ЦПШ, при цьому кожух має стінки, що простягаються уверх від поду, при цьому кожна стінка кожуха розташована або вертикально, або з нахилом. Котел містить першу поверхню нагрівання, розташовану у межах другої зони для поглинання теплоти з киплячого псевдозрідженого шару псевдозріджених твердих речовин. Котел містить, принаймні, один отвір у поді у межах другої частини газорозподільної подини, незалежно керовані засоби постачання зріджувального газу, розташовані нижче, принаймні, одного отвору, другу поверхню нагрівання, розташовану нижче газорозподільної подини, та прохід для твердих речовин для того, щоб вони переміщувалися з другої зони до другої поверхні нагрівання, при цьому тверді речовини, що переміщуються з другої зони та проходять крізь другу поверхню нагрівання, принаймні, або повертають до реакційної камери з ЦПШ для рециркуляції, або видаляють. Котел містить третю поверхню нагрівання, розташовану у проміжках між засобами постачання зріджувального газу у прохід від другої зони до другої поверхні нагрівання, при цьому тверді речовини, що переміщуються з другої зони та проходять крізь третю та другу поверхні нагрівання, принаймні, або повертають до реакційної камери з ЦПШ для рециркуляції, або видаляють. Перша, друга та третя поверхні нагрівання містять, принаймні, поверхню одного з наступних: пароперегрівника, проміжного пароперегрівника, випарника та економайзера. Кожух киплячого псевдозрідженого шару містить охолоджувачі рідиною труби, покриті стійким до ерозії матеріалом. Охолоджувачі рідиною труби утворюють розподільну стінку, що простягається у межах реакційної камери з ЦПШ, та сполучені з вхідним та вихідним колекторами, розташованими зовні реакційної камери з ЦПШ. Котел містить першу поверхню нагрівання, розташовану у межах кожуха киплячого псевдозрідженого шару для поглинання тепла з киплячого псевдозрідженого шару псевдозріджених твердих речовин, та засоби для регулювання теплопередачі від киплячого шару псевдозріджених твердих речовин до першої поверхні нагрівання. Засоби для регулювання теплопередачі містять один із засобів для регулювання рівня шару у межах кожуха киплячого псевдозрідженого шару та для регулювання кількості твердих речовин, які проходять у межах кожуха киплячого псевдозрідженого шару. Засоби для регулювання теплопередачі містять одну або більше труб для переміщення твердих частинок з шару, які простягаються з нижньої частини шару безпосередньо над газорозподільною подиною до верхнього рівня біля або над

найнижчою частиною стінок кожуха киплячого псевдозрідженого шару, та окремі засоби постачання зріджувального газу, які знаходяться нижче кожної з однієї або більше труб для зріджування твердих частинок у пов'язаній трубі та примушування їх до виходу з киплячого псевдозрідженого шару в оточуючий шар псевдозріджених частинок, який рухається швидко. Засоби для регулювання теплопередачі містять один або більше немеханічних клапанів для переміщення твердих частинок з нижньої частини киплячого псевдозрідженого шару, та окремі засоби постачання зріджувального газу близько від одного або більше немеханічних клапанів для зріджування твердих частинок та примушування їх до виходу з нижньої частини киплячого псевдозрідженого шару в оточуючий шар псевдозріджених частинок, який рухається швидко. Котел містить, принаймні, один отвір у поді у межах другої частини газорозподільної подини, незалежно керовані засоби постачання зріджувального газу, розташовані нижче, принаймні, одного отвору, та поверхню нагрівання, розташовану нижче газорозподільної подини у межах проходу для переміщення твердих речовин з другої зони і зовсім з реакційної камери з ЦПШ. Поверхня нагрівання розташована нижче незалежно керованих засобів постачання зріджувального газу. Поверхня нагрівання розташована у проміжках між незалежно керованими засобами постачання зріджувального газу.

В другому варіанті здійснення винаходу котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром (ЦПШ), що заявляється, містить реакційну камеру з ЦПШ, яка має бічні стінки та газорозподільну подину, що визначає під на нижньому кінці реакційної камери з ЦПШ, для постачання зріджувального газу у реакційну камеру з ЦПШ, при цьому газорозподільна подина розділена, принаймні, на дві зони, в кожну з яких постачається зріджувальний газ, що регулюється окремо, при цьому перша зона у межах реакційної камери функціонує як шар псевдозріджених частинок, що рухається швидко, а друга зона у межах реакційної камери має кожух киплячого псевдозрідженого шару та функціонує як киплячий псевдозріджений шар, та засоби для регулювання теплопередачі від киплячого шару псевдозріджених частинок до поверхні нагрівання у межах кожуха киплячого псевдозрідженого шару, при цьому згадана поверхня нагрівання містить, принаймні, поверхню одного з наступних: пароперегрівника, проміжного пароперегрівника, випарника та економайзера.

В окремих випадках виконання котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром (ЦПШ), що заявляється, має наступні суттєві відмітні ознаки. Засоби для регулювання теплопередачі містять засоби для регулювання одного з наступного: рівня шару у межах кожуха киплячого псевдозрідженого шару та кількості твердих речовин, які проходять у межах кожуха киплячого псевдозрідженого шару. Котел містить одну або більше труб для переміщення твердих частинок з киплячого псевдозрідженого шару, які простягаються з нижньої частини шару безпосередньо над газорозподільною подиною до верхнього рівня біля

або над найнижчою частиною кожуха киплячого псевдозрідженого шару, та окремі засоби постачання зріджувального газу, які знаходяться нижче кожної з однієї або більше труб для зріджування твердих частинок у пов'язаній трубі та примушування їх до виходу з киплячого псевдозрідженого шару в оточуючий шар псевдозріджених частинок, що рухається швидко. Котел містить один або більше немеханічних клапанів для переміщення твердих частинок з нижньої частини киплячого псевдозрідженого шару, та окремі засоби постачання зріджувального газу близько від кожного з одного або більше немеханічних клапанів для зріджування твердих частинок та примушування їх до виходу з нижньої частини киплячого псевдозрідженого шару в оточуючий шар псевдозріджених частинок, що рухається швидко.

В третьому варіанті здійснення винаходу котел з циркулюючим псевдозрідженим шаром (ЦПШ), що заявляється, містить

реакційну камеру з ЦПШ, яка має бічні стінки та газорозподільну подину, що визначає під на нижньому кінці реакційної камери з ЦПШ, для постачання зріджувального газу у реакційну камеру з ЦПШ,

засоби для постачання певної кількості зріджувального газу у першу частину газорозподільної подини, достатньої для утворення шару псевдозріджених твердих речовин, який рухається швидко, у першій зоні у межах реакційної камери з ЦПШ,

принаймні, один кожух киплячого псевдозрідженого шару у межах реакційної камери з ЦПШ, який визначає другу зону, та засоби для постачання певної кількості зріджувального газу у другу частину газорозподільної подини, достатньої для утворення киплячого псевдозрідженого шару псевдозріджених твердих речовин у другій зоні реакційної камери з ЦПШ, при цьому кількість зріджувального газу, який постачається в одну зону, можна регулювати незалежно від кількості зріджувального газу, який постачається в іншу зону,

першу поверхню нагрівання, розташовану у межах другої зони для поглинання тепла з киплячого псевдозрідженого шару псевдозріджених твердих речовин,

принаймні, один отвір у поді у межах другої частини газорозподільної подини, незалежно керовані засоби постачання зріджувального газу, розташовані нижче, принаймні, одного отвору, другу поверхню нагрівання, розташовану нижче газорозподільної подини, та прохід для переміщення твердих речовин з другої зони до другої поверхні нагрівання, та

третю поверхню нагрівання, розташовану у проміжках між засобами постачання зріджувального газу у проході від другої зони до другої поверхні нагрівання, при цьому поверхні нагрівання містять, принаймні, поверхню одного з наступних: пароперегрівника, проміжного пароперегрівника, випарника та економайзера, та де тверді речовини, що переміщуються з другої зони та проходять крізь третю та другу поверхні нагрівання, при-

наймні, або повертають до реакційної камери з ЦПШ для рециркуляції, або видаляють.

Отже, котел з ЦПШ розділено на дві частини: першу частину, або зону, що функціонує як циркулюючий псевдозріджений шар, що рухається швидко, та другу ділянку, або зону, що функціонує як повільний киплячий псевдозріджений шар.

Висота повільного киплячого шару регулюється у межах діапазону, що відповідає висоті стінок його кожуха. Механізми для регулювання висоти повільного шару включають випускні отвори по верхньому краю кожуха та випускний отвір з клапаном на бічних краях кожуха біля днища.

В альтернативному варіанті здійснення винаходу частина газорозподільної подини на рівні поду має отвори, що є достатніми для пропускання крізь них частинок. Теплообмінник розташовано безпосередньо нижче головної камери з ЦПШ. Постачання вторинного зріджувального газу здійснюється у ділянці газорозподільної подини вище теплообмінника. Кількість частинок, які падають у ділянку нижче газорозподільної подини з повільним киплячим шаром, можна регулювати шляхом регулювання швидкості їх видалення або рециркуляції.

У наступному варіанті здійснення винаходу кожух вище газорозподільної подини для одного теплообмінника комбінується з позицією нижче газорозподільної подини для другого теплообмінника.

Удосконалена конструкція ЦПШ за винаходом дозволяє зменшити розмір зони ЦПШ та дозволяє зробити стінки кожуха прямими. Таке влаштування є простішим за конструкцією та воно полегшує доступ до стінок кожуха для завантаження реагентів.

Для кращого розуміння винаходу, переваг його функціонування та специфічних цілей, яких можна досягти шляхом його застосування, ми посилаємося на супроводжувальний ілюстративний матеріал та опис суті винаходу, у якому ілюструється переважний варіант здійснення винаходу.

В ілюстративному матеріалі:

Фіг.1 - це бічний вертикальний розріз котла з ЦПШ згідно з першим варіантом здійснення винаходу, що ілюструє кожух киплячого псевдозрідженого шару (КПШ) у межах котла з ЦПШ;

Фіг.2 - це вид зверху котла з ЦПШ за Фіг.1 у розрізі у напрямку стрілок 2-2;

Фіг.3 - це частковий бічний вертикальний розріз котла з ЦПШ згідно з другим варіантом здійснення винаходу, що ілюструє видалення твердих речовин за межі кожуха киплячого псевдозрідженого шару (КПШ) крізь одну або більше внутрішніх труб;

Фіг.4 - це частковий бічний вертикальний розріз котла з ЦПШ згідно з третім варіантом здійснення винаходу, що ілюструє видалення твердих речовин за межі кожуха киплячого псевдозрідженого шару (КПШ) крізь один або більше немеханічних клапанів;

Фіг.5 - це частковий бічний вертикальний розріз котла з ЦПШ згідно з четвертим варіантом

здійснення винаходу, що ілюструє розташування поверхні нагрівання нижче місця розташування повітряподавальних труб, розташованих нижче рівня верхньої поверхні газорозподільної подини котла з ЦПШ;

Фіг.6 - це частковий бічний вертикальний розріз котла з ЦПШ згідно з п'ятим варіантом здійснення винаходу, що ілюструє розташування поверхні нагрівання у межах місця розташування повітряподавальних труб, розташованих нижче рівня верхньої поверхні газорозподільної подини котла з ЦПШ;

Фіг.7 - це частковий бічний вертикальний розріз котла з ЦПШ згідно з шостим варіантом здійснення винаходу, що ілюструє розташування поверхні нагрівання як нижче, так і у межах місця розташування повітряподавальних труб, розташованих нижче рівня верхньої поверхні газорозподільної подини котла з ЦПШ;

Фіг.8 - це частковий бічний вертикальний розріз з ЦПШ, що ілюструє застосування декількох принципів винаходу;

Фіг.9-14 - це види зверху альтернативних варіантів розташування або місць знаходження усередині котла з ЦПШ кожухів киплячого псевдозрідженого шару (КПШ), які містять поверхні нагрівання згідно з винаходом;

Фіг.15 - це аксонометрична проекція нижньої частини котла з ЦПШ, яка ілюструє одну форму виконання конструкції кожуха киплячого псевдозрідженого шару (КПШ); та

Фіг.16 - це інша аксонометрична проекція нижньої частини котла з ЦПШ, яка ілюструє іншу форму виконання конструкції кожуха киплячого псевдозрідженого шару (КПШ).

Як застосовується тут, термін "котел з ЦПШ" буде використовуватися для позначення реакторів або камер згоряння з ЦПШ, де відбувається процес згоряння. Незважаючи на те, що цей винахід спрямований здебільше на котли або парогенератори, що застосовують камери згоряння з ЦПШ як засоби, завдяки яким виробляється тепло, зрозуміло, що цей винахід можна легко застосовувати у реакторі з ЦПШ іншого типу. Наприклад, винахід можна застосовувати у реакторі, який використовується для хімічних реакцій, відмінних від процесу згоряння, або там, де суміш газу/твердих речовин з процесу згоряння, що відбувається будь-де, подається до реактора для наступної обробки, або там, де реактор просто має камеру, у якій частинки або тверді речовини захоплюються газом, який не є обов'язково бічним продуктом процесу згоряння.

Звернемося зараз до ілюстративного матеріалу, на якому однакові цифрові позначення застосовуються для позначення однакових або функціонально подібних елементів скрізь на декількох фігурах, і зокрема на Фіг.1, яка ілюструє котел або реактор з циркулюючим псевдозрідженим шаром (ЦПШ), який взагалі позначається як котел з ЦПШ 10. Котел з ЦПШ 10 має реактор або реакційну камеру, або кожух, печі 12, який містить циркулюючий псевдозріджений шар 14. Як відомо для фахівців у галузі, кожух печі 12 звичайно є прямокутним у поперечному перерізі

та містить охолоджувальні рідиною стінки 16 кожуха мембрано-трубної конструкції, які звичайно містять труби для проходження води та/або пари, що відокремлені одна від одної сталеву мембраною, чим досягається газова щільність кожуха 12 реактора.

Повітря 18, паливо 20 та сорбент 22 подаються у нижню частину печі 12 та реагують у процесі згоряння, утворюючи гарячий топковий газ та захоплені частинки 24, які рухаються вверх крізь реактор печі 12. Гарячі топкові гази та захоплені частинки 24 потім переміщуються крізь декілька ступенів очищення та видалення теплоти, 28 та 30, відповідно, до того, як гарячі топкові гази потраплять до випускної труби 32, як зображено. Зібрані частинки 26 повертають до нижньої частини печі, де може виникнути подальше згоряння або реакція.

Нижня частина печі 12 має газорозподільну подину 34 для зріджувального газу (яка переважно має форму перфорованої плити або подібну форму з набором ковпачків-барботерів (не зображено)), крізь яку зріджувальний газ (звичайно повітря) подається під тиском для зріджування шару палива 20, сорбенту 22, зібраних твердих частинок 26 та направлених назад для рециркуляції твердих частинок 40 (описано нижче), які були видалені з системи. Деяка кількість додаткового повітря, необхідного для повного згоряння палива 20, переважно постачається крізь стінки 16 кожуха, що позначається як 18. Отже, над газорозподільною подиною 34 утворюється ЦПШ 14, який швидко рухається, при цьому тверді частинки рухаються швидко у межах та крізь топкові гази, які утворилися унаслідок процесу згоряння.

Незважаючи на те, що характерною рисою ЦПШ 14 є інтенсивна циркуляція захоплених частинок, деяка кількість цих твердих речовин не може підтримуватися висхідним газовим потоком, утвореним газорозподільною подиною 34, внаслідок чого вони падають назад до газорозподільної подини 34, у той час як інші частинки продовжують підніматися угору крізь піч 12, як описувалося вище. Деякі тверді частинки видаляються з нижньої частини печі 12 крізь труби 36 для дренажу шару, та вони можуть видалятися з системи, що позначено як 38, або направлятися назад для рециркуляції, що позначено як 40. Потік твердих речовин, які видаляються крізь труби 36 для дренажу шару, можна регулювати за будь-яким відомим способом, наприклад, за допомогою механічних поворотних клапанів або шнеків, або пневматичних конвеєрів або клапанів, або за допомогою їхньої комбінації. У будь-якому випадку слід відзначити, що нижня частина печі 12 зазнає інтенсивного падіння частинок твердих речовин.

Згідно з цим винаходом, у його найпростішій формі, кожух 42 киплячого псевдозрідженого шару (КПШ), який має стінки 44 кожуха, розташовано над газорозподільною подиною 34 у межах печі 12, у її нижній частині, та містить киплячий псевдозріджений шар (КПШ) 46 під час роботи котла 10 з ЦПШ. Стінки 44 кожуха 42 відокремлюють киплячий псевдозріджений шар (КПШ) 46

від ЦПШ 14. Киплячий псевдозріджений шар (КПШ) 46 утворюється шляхом окремого та керованого постачання до нього зріджувального газу крізь газорозподільну подину 34, тобто, постачання до нього зріджувального газу окремо від тієї частини зріджувального газу, який постачається крізь газорозподільну подину 34, яка утворює ЦПШ 14. Котел 10 з ЦПШ, таким чином, розділяється на два основні типи ділянок, або зон, над газорозподільною подиною, де зони утворюються за рахунок постачання різної кількості зріджувального газу крізь газорозподільну подину у кожну зону та регулювання цього постачання. Перша зона, звичайно, - це головна зона циркулюючого псевдозрідженого шару (ЦПШ), в той час як друга зона - це ділянка, або зона, киплячого псевдозрідженого шару (КПШ) 46, яка міститься у межах зони 14 ЦПШ.

Як зображено на Фіг.1, зріджувальний газ подається до киплячого псевдозрідженого шару (КПШ) 46, позначено як 48, та його постачання регулюється клапанами або засобами регулювання 50, що показані схематично. Зріджувальний газ, який постачається для утворення ЦПШ 14, позначено як 52, та його постачання регулюється клапанами або засобами регулювання 54, що показані схематично.

У межах кожуха 42 киплячого псевдозрідженого шару (КПШ) влаштовано поверхню нагрівання 56, яка поглинає тепло киплячого псевдозрідженого шару (КПШ) 46. Поверхня нагрівання 56 може переважно бути пароперегрівником, проміжним пароперегрівником, економайзером, випарником (кип'ятильником) або комбінацією таких типів поверхні нагрівання, які є відомими для фахівців у галузі. Поверхня нагрівання 56 є звичайною змійовиковою конструкцією з труб, через які проходить теплоносії, такий як вода, двофазна суміш води та пари або пара. У той час як уся піч 12 функціонує у режимі ЦПШ, робота киплячого псевдозрідженого шару (КПШ) 46 здійснюється та регулюється по суті шляхом окремого регулювання, як позначено позначкою 50, кількості зріджувального газу 48, який подається крізь ту частину газорозподільної подини 34, яка знаходиться під кожухом 42 киплячого псевдозрідженого шару (КПШ). Частинки твердих речовин 24, які падають униз з ЦПШ 14 у нижній частині печі 12, поповнюють киплячий псевдозріджений шар (КПШ) 46.

Стінки 44 кожуха 42 киплячого псевдозрідженого шару (КПШ) 46 можуть усі мати однакову або відмінну висоту, і вони можуть бути вертикальними, нахиленими або комбінацією вертикальних та нахилених стінок. Верхня частина кожуха 42 киплячого псевдозрідженого шару (КПШ) може бути похилою або практично горизонтальною та, у разі необхідності, може бути частково покритою. Проте, слід відзначити, що максимальний рівень або висота киплячого псевдозрідженого шару (КПШ) 46 у межах кожуха 42 обмежується висотою найбільш короткої стінки 44 кожуха 42. Як зображено на Фіг.2, одним з переважних місць розташування кожуха 42 киплячого псевдозрідженого шару (КПШ) є центральна частина печі

42. Проте, як зображено на Фіг.9-14, нижче, прийнятими також є інші місця розташування кожуха 42 киплячого псевдозрідженого шару (КПШ) у межах нижньої частини печі 12.

Важливий аспект цього винаходу полягає у тому, що киплячий псевдозріджений шар (КПШ) 46 можна регулювати для регулювання теплопередачі до поверхні нагрівання 46, розташованій у киплячому псевдозрідженому шарі (КПШ) 46. Це можна здійснити або шляхом регулювання рівня твердих речовин у межах киплячого псевдозрідженого шару (КПШ) 46, або шляхом регулювання кількості твердих речовин, які проходять крізь поверхню нагрівання 56, розташовану у межах киплячого псевдозрідженого шару (КПШ) 46.

Фіг.3 ілюструє один довільний засіб для регулювання теплопередачі у киплячому псевдозрідженому шарі (КПШ) 46, при цьому засіб забезпечений однією або більше трубами 58, що проходять від нижньої частини шару 46 безпосередньо над газорозподільною подиною 34 до верхнього рівня біля або над найнижчою частиною стінок 44, і при цьому труба(-и) 58 може(-уть) бути будь-якої звичайної конфігурації, що задовольняє цьому критерію. Нижче кожної труби 58 розташовано газопровід 57 та окремий зріджувальний засіб, який подає зріджувальний газ 60, що регулюється клапанним засобом 62. Зріджування твердих частинок у трубі(-ах) 58, розташованій(-их) безпосередньо над газопроводом 57, сприяє висхідному руху частинок крізь трубу(-и) 58, примушуючи тверді частинки виходити з киплячого псевдозрідженого шару (КПШ) 46 в оточуючий ЦПШ 14. Коли швидкість зріджувального газу 60 підвищується або коли починають функціонувати додаткові труби 58, загальний вихід твердих речовин з киплячого псевдозрідженого шару (КПШ) 46 буде, зрештою, перебільшувати надходження твердих речовин у шар 46 з ЦПШ 14, внаслідок чого рівень шару 46 знизиться. Чим більше вихід твердих речовин з шару 46 перебільшує надходження твердих речовин з ЦПШ 14, тим нижчим буде рівень шару 46.

Фіг.4 ілюструє інший засіб для регулювання теплопередачі у киплячому псевдозрідженому шарі (КПШ) 46, який забезпечений одним або більше немеханічних клапанів 64, кожен з яких має своє власне газопостачання 66, яке регулюється газопроводом 57 та клапанним засобом 68. Газовий потік, який наближається до клапана(-ів) 64, сприяє виходу твердих речовин з нижньої частини киплячого псевдозрідженого шару (КПШ) 46 у ЦПШ 14.1 знов, шляхом регулювання швидкості газового потоку та/або кількості клапанів 64 під час функціонування можна регулювати рівень киплячого псевдозрідженого шару (КПШ) 46 за способом, подібним до способу, описаного вище.

Коли загальний вихід твердих речовин є меншим ніж надходження твердих речовин, рівень шару 46 є постійним, при цьому він визначається висотою найнижчої стінки 44 кожуха. У цьому випадку підвищення виходу твердих речовин з нижньої частини шару 46 (за допомогою будь-якого засобу, представленого на Фіг.3 або 4) стане причиною підвищеного постачання "нових"

твердих речовин, що надходять, з верхньої частини шару 46 до поверхні нагрівання 56. Це підсилить теплообмін між шаром 46 та поверхнею нагрівання 56. Якщо швидкість виходу твердих речовин з шару 46 підвищується далі, рівень шару знизиться, при цьому знизиться площа поверхні нагрівання 56, яка занурена у тверді речовини шару 46. Оскільки швидкість теплопередачі для незанурених частин поверхні нагрівання є значно нижчою, ніж для занурених частин, загальна швидкість теплопередачі до поверхні нагрівання та її теплоносія, який проходить крізь неї, знизиться. Це надає оператору котла 10 з ЦПШ додаткової експлуатаційної гнучкості під час роботи, тому що загальний теплообмін можна регулювати у різних режимах - з постійним або мінливим рівнем шару 46 - як зумовлено вимогами або зручністю експлуатації.

Коли відбувається теплопередача від твердих речовин до поверхні нагрівання 56, температура твердих речовин у киплячому псевдозрідженому шарі (КПШ) 46 буде відрізнятися від температури твердих речовин у ЦПШ 14. Коли необхідно видалити тверді речовини з нижньої частини котла 10 з ЦПШ, переважним може бути видалення цих твердих речовин з киплячого псевдозрідженого шару (КПШ) 46, тому що видалення охолодженої золи з днища печі 12 з ЦПШ знижує значні теплові втрати, які у противному разі виникають, якщо видаляють більш гарячі тверді речовини.

Фіг.5 ілюструє інший шлях здійснення винаходу. У цьому варіанті здійснення винаходу нижня частина печі 12 з ЦПШ знов має зріджувальну газорозподільну подину 34 зі своїм власним постачанням 52 зріджувального газу. Проте, одна або більше частин 70 газорозподільної подини 34 мають своє власне окремо кероване газопостачання 72. Частина 70 газорозподільної подини має конструкцію з повітряподавальних труб 76 з ковпачками-барботерами 78, які знаходяться на відстані один від одного, утворюючи отвори, достатні для того, щоб тверді частинки шару падали униз крізь газорозподільну подину. В одному аспекті цього винаходу ці частинки падають крізь поверхню нагрівання 74, розташовану поблизу газорозподільної подини 34, але нижче рівня верхньої поверхні газорозподільної подини 34. У цій конфігурації поверхня нагрівання 74 добре відповідає справі охолодження твердих речовин, що видаляються, до початку їх видалення (як описано вище) або направлення їх назад у котел 10 з ЦПШ для рециркуляції.

Тверді частинки, які рухаються униз, будуть проходити крізь поверхню нагрівання 74, спричинюючи теплообмін між твердими частинками та поверхнею нагрівання 74. Знов, загальний теплообмін можна регулювати шляхом регулювання швидкості потоку твердих речовин крізь поверхню нагрівання 74. Тверді речовини можна потім видалити або повернути назад у ЦПШ 14 для рециркуляції, як раніше. Цими потоками на видалення та на повернення для рециркуляції можна керувати, застосовуючи відомі засоби, такі як механічні пристрої, наприклад, поворотний кла-

пан або шнек, або немеханічні пристрої, наприклад, пневматичний конвейєр або клапан, або застосовуючи комбінацію механічних та немеханічних пристроїв. Фіг.6 та 7 ілюструють інші варіанти розташування поверхні нагрівання 74 нижче рівня газорозподільної поди. На Фіг.6 поверхня нагрівання 80 розташована в проміжках між повітряподавальними трубами частини 70, в той час як на Фіг.7 поверхня нагрівання 74 розташована нижче повітряподавальних труб частини 70, а додаткова поверхня нагрівання 80 розташована в проміжках між повітряподавальними трубами частини 70.

Шляхом розташування кожуха 42 киплячого псевдозрідженого шару (КПШ) з поверхнею нагрівання 74,80 у межах камери 12 з ЦПШ, який пропонується замість розташування збоку поза межами котла 10 з ЦПШ, загальна зона, або площа у плані, котла 10 з ЦПШ зменшується. Крім того, камера 12 з ЦПШ може мати прямі бічні стінки 16, що поліпшує експлуатацію та зменшує ерозію, поліпшуючи при цьому доступ до стінок 16 кожуха для завантаження реагентів для процесу згоряння, монтування додаткової конструкції та здійснення догляду. Прямі стінки 16 кожуха печі можна застосовувати, коли загальна площа газорозподільної поди 34, яку займає кожух 42 киплячого псевдозрідженого шару (КПШ), та решта газорозподільної поди 34 ЦПШ обираються так, щоб дорівнювати площі в плані верхньої частини камери 12 з ЦПШ. У такому випадку можна досягти необхідної швидкості висхідного газового потоку в нижній частині.

Фіг.8 - це частковий бічний вертикальний розріз котла з ЦПШ, що ілюструє застосування декількох принципів винаходу. Як зображено, можна застосовувати поверхню нагрівання 56, розташовану над газорозподільною подиною 34, та поверхню нагрівання 74, розташовану нижче повітряподавальних труб 76. Як і раніше, за необхідністю, можна розмістити і поверхню нагрівання 80. У цьому варіанті здійснення винаходу засоби для регулювання теплопередачі у киплячому псевдозрідженому шарі (КПШ) 46 включають один або більше немеханічних клапанів 64, кожен з яких має своє власне контролюване газопостачання 66 (не зображено), яке регулюється за допомогою газопроводу 57 та клапанного засобу 68 (не зображено).

Незважаючи на те, що кожний з описаних варіантів здійснення винаходу має кожух 42 киплячого псевдозрідженого шару (КПШ), який знаходиться практично у центрі камери 12 з ЦПШ, один або більше кожухів в 42 киплячого псевдозрідженого шару (КПШ) можуть бути розташованими у різних місцях у межах котла з ЦПШ, як зображено на Фіг.9-14. Кожна з Фіг.9-14 ілюструє різні місця розташування у котлі 10 з ЦПШ, у яких можна розташувати один або більше кожухів 42 киплячого псевдозрідженого шару (КПШ). Як видно, у кожному випадку кожух 42 знаходиться повністю у межах стінок 16 кожуха печі 12 з ЦПШ, що забезпечує зменшену площу котла 10 з ЦПШ у плані. Незважаючи на певне місце розташування у межах котла 10 з ЦПШ, кожухи 42 киплячого псе-

вдозрідженого шару (КПШ) можна застосовувати згідно з описом, який наведено вище, для регулювання ефективного функціонування ЦПШ 10 при зменшенні зони, необхідної для котла 10 з ЦПШ.

Стінки 44 кожуха, які утворюють кожух 42 киплячого псевдозрідженого шару (КПШ), можна виконати декількома шляхами. Переважно, щоб стінки 44 кожуха склалися з охолоджуваних рідиною труб, покритих стійким до ерозії матеріалом, таким як цегла або вогнетривкий матеріал, для запобігання ерозії труб під час функціонування. Фіг.15 - це аксонометрична проекція нижньої частини камери 12 з ЦПШ, яка ілюструє одну форму виконання конструкції кожуха 42 киплячого псевдозрідженого шару (КПШ), та камера 12 з ЦПШ є особливо прийнятною для кожуха 42, який не є суміжним з будь-якими стінками 16 кожуха печі. Стінки 44 виготовлено з охолоджуваних рідиною труб 82, покритих цеглою або вогнетривким матеріалом 84. Можна застосовувати вхідні або вихідні колектори, якщо необхідно постачати або збирати рідину, яка проходить крізь труби 82 відомим способом. На Фіг.15, наприклад, вхідний колектор 86, який постачає рідину до труб 82, можна розташувати нижче газорозподільної поди 34. Після того, як труби 82 проходять навколо кожуха 42 киплячого псевдозрідженого шару (КПШ), вони утворюють розподільну стінку 90, яка може проходити крізь усю висоту (не зображено на Фіг.15) печі 12 з ЦПШ, закінчуючись у верхньому вихідному колекторі (також не зображено) над склепінням печі 12.

Можна застосовувати інший варіант конструкції, коли кожух 42 киплячого псевдозрідженого шару (КПШ) є суміжним з, принаймні, однією стінкою 16 кожуха печі. Фіг.16 - це інший аксонометричний вид нижньої частини камери 12 з ЦПШ, який ілюструє таку конструкцію кожуха 42 киплячого псевдозрідженого шару (КПШ). Знов, стінки 44 кожуха виготовлено з покритих вогнетривким матеріалом труб 82. У цьому випадку вони проникають крізь стінки 16 кожуха печі та мають вхідний колектор 86 та вихідний колектор 88.

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

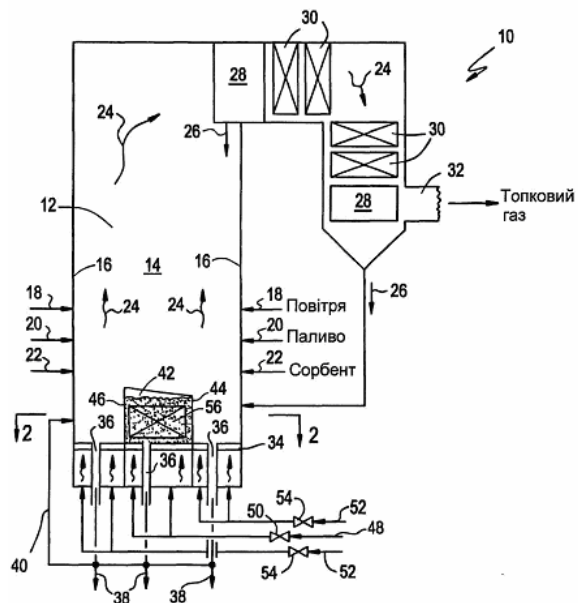


Fig. 1

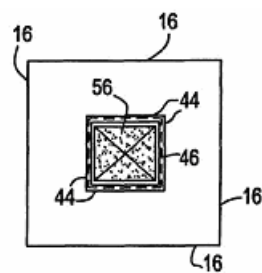


Fig. 2

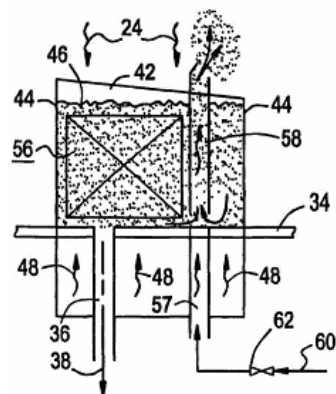


Fig. 3

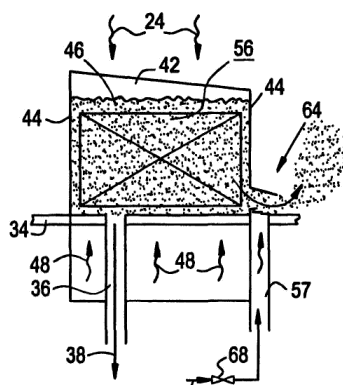


Fig. 4

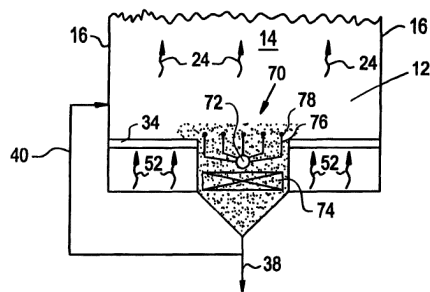


Fig. 5

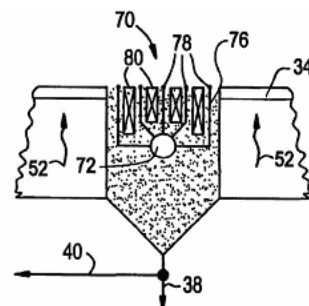


Fig. 6

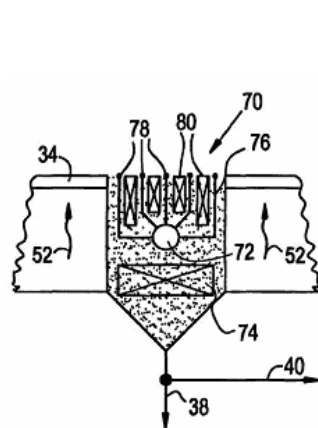


Fig. 7

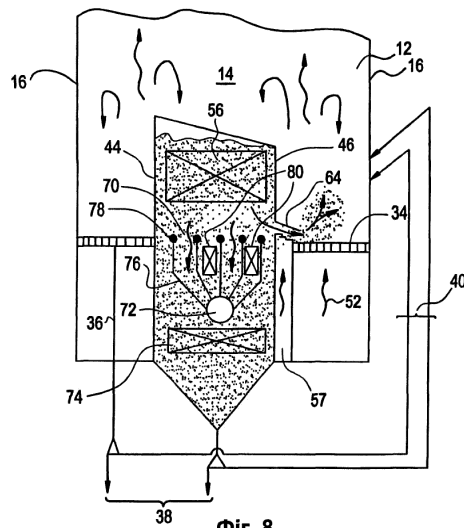


Fig. 8

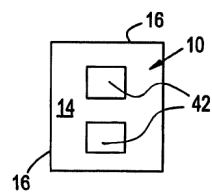


Fig. 9

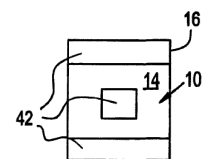


Fig. 10

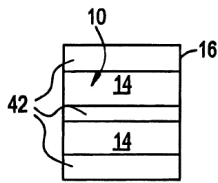


Fig. 11

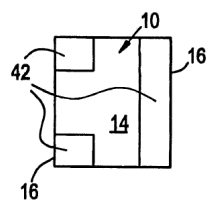


Fig. 12

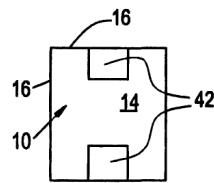


Fig. 13

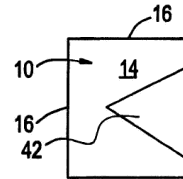


Fig. 14

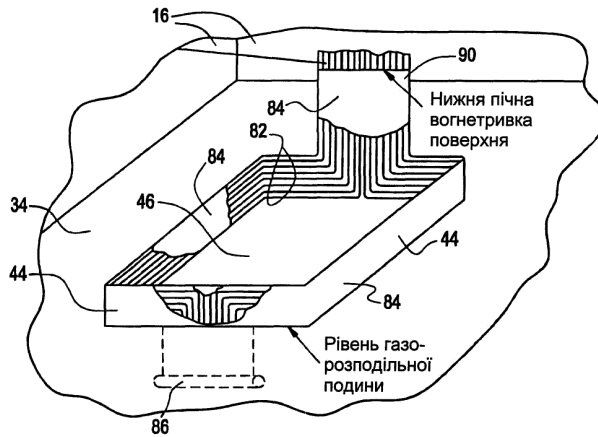


Fig. 15

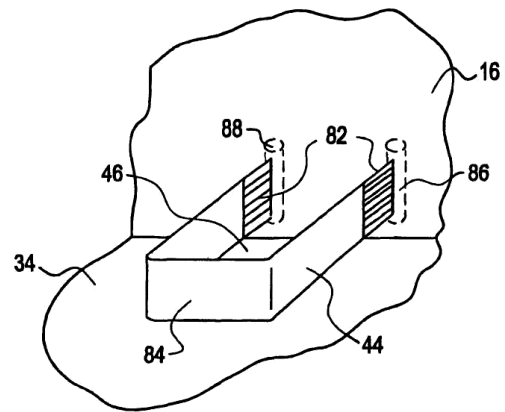


Fig. 16