



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **123815** (13) **C2**
(51) МПК
B01J 8/04 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

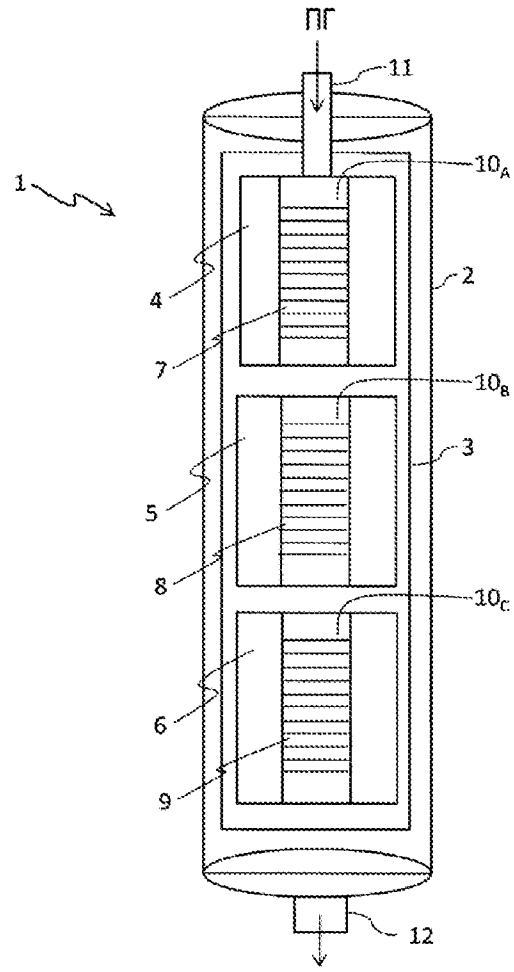
<p>(21) Номер заявки: a 2019 11647</p> <p>(22) Дата подання заявки: 21.02.2018</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 03.06.2021</p> <p>(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 17170546.0</p> <p>(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 11.05.2017</p> <p>(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: EP</p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: 27.04.2020, Бюл.№ 8</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 02.06.2021, Бюл.№ 22</p> <p>(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ: PCT/EP2018/054217, 21.02.2018</p>	<p>(72) Винахідник(и): Панца Серджіо (IT), Лепрі Маддалена (IT)</p> <p>(73) Володілець (володільці): КАСАЛЕ СА, Via Giulio POCOBELLI 6, 6900 Lugano, Switzerland (CH)</p> <p>(74) Представник: Петров Андрій Володимирович, реєстр. №139</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: US 2010/310436 A1, 09.12.2010 US 2002/018739 A1, 14.02.2002 WO 2017/005399 A1, 12.01.2017</p>
---	--

(54) БАГАТОШАРОВИЙ КАТАЛІТИЧНИЙ КОНВЕРТЕР З МІЖШАРОВИМ ОХОЛОДЖЕННЯМ

(57) Реферат:

У заявці описаний багатошаровий каталітичний конвертер, який включає принаймні перший каталітичний шар, другий каталітичний шар і теплообмінник, розташований між першим шаром і другим шаром і пристосований для передачі тепла від гарячого вихідного потоку першого шару холодоагенту; причому теплообмінник містить декілька складених пакетом круглих пластин, між сусідніми пластинами утворені проміжки, а вихідний потік першого каталітичного шару і холодоагент подаються, відповідно, в проміжки, що чергуються.

UA 123815 C2



Фиг. 1

Даний винахід відноситься до галузі багат шарових каталітичних конвертерів з міжшаровим охолодженням.

Багат шарові каталітичні конвертери з міжшаровим охолодженням використовуються в декількох галузях, включно, наприклад, із синтезом метанолу і синтезом аміаку.

5 Багат шаровий каталітичний конвертер з міжшаровим охолодженням містить декілька каталітичних шарів, розміщених послідовно, і один або більше міжшарових теплообмінників для охолодження газового потоку частково прореагованих продуктів, які проходять від одного шару до іншого.

10 Відповідно до відомого компонування багат шарової конструкції з проміжним охолодженням, каталітичні шари мають кільцеву форму з радіальним потоком, а теплообмінники проміжного охолодження (ICH - з англ. Intercooling heat exchanger) розташовуються коаксіально всередині кільцевих шарів. Таке компонування описане, наприклад, в EP 376000 і EP 2610001.

15 Міжшаровими охолоджувачами зазвичай є кожухотрубні теплообмінники, в яких охолоджувальне середовище (холодоагент) протікає в трубному просторі теплообмінника, а газовий потік протікає в міжтрубному просторі. У ролі холодоагенту може використовуватися нова порція газоподібних реагентів, які підігріваються теплом, одержуваним при охолодженні продуктів реакції.

20 Недоліком відомих конвертерів з кожухотрубними теплообмінниками є складність їх конструкції і труднощі виготовлення у випадку декількох каталітичних шарів. Наприклад, для кожного кожухотрубного теплообмінника потрібен відповідний трубний пучок з двома трубними решітками; трубні решітки являють собою досить дорогі пристрої, а зварювання між трубами і трубними ґратами вимагає великої ретельності і є недешевою процедурою.

25 Інша схема багат шарової конструкції з проміжним охолодженням розкрита, наприклад, в US 2010/0310436, де в ролі ICH використовуються пластинчасті теплообмінники. Така схема, однак, відрізняється низькою ефективністю охолодження через нерівномірний розподіл реакційної суміші і холодоагенту між пластинами.

30 Задачею даного винаходу є створення багат шарового каталітичного конвертера, в якому усунуті вищезазначені недоліки рівня техніки. Більш детально, задачею винаходу є створення багатоступінчастого каталітичного конвертера з міжшаровим охолодженням, який відрізняється простотою виготовлення і забезпечує точність керування температурою реакції.

Ці задачі вирішуються багат шаровим циліндричним каталітичним конвертером відповідно до пункту 1 формули винаходу. Переважні ознаки цього конвертера описані в залежних пунктах.

Запропонований конвертер включає принаймні:

35 перший каталітичний шар, другий каталітичний шар і теплообмінник, розташований між першим шаром і другим шаром,

і пристосований для передачі тепла від першого середовища до другого середовища, де першим середовищем є гарячий вихідний потік першого шару перед введенням у другий шар, а другий середовищем є холодоагент,

40 причому конвертер відрізняється тим, що:

теплообмінник містить безліч (декілька) зібраних пакетом округлих пластин, які являють собою суцільні круглі пластини або кільцеві пластини, і між сусідніми пластинами є проміжки, і вихідний потік першого каталітичного шару і холодоагент проходять, відповідно, через проміжки, що чергуються, між пластинами теплообмінника.

45 Вихідний потік першого каталітичного шару подається в перші проміжки, а холодоагент подається в другі проміжки, причому перші проміжки чергуються з другими проміжками.

Переважно, ширина проміжків складає від 1 до 10 мм, більш переважно, від 2 до 6 мм.

50 Переважно, пластинчастий теплообмінник оточений розподільником або колектором, наприклад, у вигляді дротяної сітки або перфорованої стінки. Відповідно, пластинчастий теплообмінник не стикається з каталізатором, завантаженим у каталітичні шари. Завдяки цьому ширина проміжків не залежить від розмірів каталізатора, і не виникає обмежень для конструкції пластин.

55 Переважно, використовуються штамповані пластини, які виготовляються механічно штампуванням металевого листа. Штампування металевого листа, переважно, включає холодне формування в матриці з отриманням потрібного рельєфу поверхні. Переважно, такі пластини виконуються з нержавіючої сталі, титану або титану, пасированого паладієм.

Пластини можуть мати різну конструкцію, яка дозволяє їм витримувати перепади тиску між високим (десятьки бар) і низьким (кілька бар) тисками з різних сторін пластини.

60 Теплообмінник, переважно має засоби для розподілу гарячого вихідного потоку першого шару і холодоагенту з чергуванням через перші і другі проміжки. Сусідні пластини, переважно,

зварені одна з одною з тим, щоб уникнути, або практично уникнути, паралельного протікання гарячого вихідного потоку в другі проміжки разом з холодоагентом, і паралельного протікання холодоагенту в перші проміжки разом з гарячим вихідним потоком. Переважно, паралельне протікання гарячого вихідного потоку в другі проміжки і паралельне протікання холодоагенту в перші проміжки не перевищує 1 %, ще переважніше, не перевищує 0,1 %.

Відповідно до варіанта виконання винаходу, перші і другі каталітичні шари є адіабатичними. Відповідно, каталітичні шари не містять засобів безпосереднього охолодження каталізатора (наприклад, зануреного в каталізатор теплообмінника), завдяки чому тепло, яке виділяється хімічною реакцією, повністю передається вихідним газам.

Відповідно до іншого варіанта виконання, принаймні один з перших і других каталітичних шарів є ізотермічним, тобто, він містить занурений у каталітичну масу теплообмінник для безпосереднього відведення тепла від каталізатора.

Відповідно до часткового варіанта виконання, перший шар є ізотермічним, а другий шар є адіабатичним.

Переважно, першим каталітичним шаром є порожній циліндр, який має порожнину, а теплообмінник, розташований коаксіально до першого каталітичного шару, поміщений у цій порожнині. Переважно, теплообмінник оточений циліндричною оболонкою.

Конвертер може мати декілька каталітичних шарів, розташованих послідовно, і декілька міжшарових теплообмінників, які являють собою круглі пластинчасті теплообмінники. Каталітичними шарами, переважно, є порожнисті циліндри, причому теплообмінники розташовані коаксіально всередині відповідних порожнин порожнистих циліндрів. Ці каталітичні шари можуть бути адіабатичними або ізотермічними.

Переважно, конвертер містить не більше п'яти каталітичних шарів, розташованих послідовно, більш переважно, не більше трьох каталітичних шарів, наприклад, два каталітичні шари.

Пластинчастий теплообмінник має дві сторони, а саме, першу сторону, по якій проходить гарячий вихідний потік першого шару перед його введенням у другий шар (тобто, перше середовище), і другу сторону, по якій проходить холодоагент (тобто, друге середовище). Перша сторона і друга сторона мають входи і виходи для гарячого вихідного потоку і холодоагенту, відповідно.

У варіанті виконання винаходу пластинами є суцільні круглі пластини.

В іншому варіанті виконання винаходу, пластинами є кільцеві пластини. Відповідно до цього варіанта виконання, пластинчастий теплообмінник, переважно, містить центральний колектор для збору гарячого вихідного потоку (тобто, першої середовища) або холодоагенту (тобто, другий середовища) після теплообміну. Переважно, центральний колектор використовується для збору гарячого вихідного потоку після проходження через проміжки, а саме, після охолодження. Центральний колектор, переважно, має кільцеву форму.

Згідно з деякими варіантами виконання, вихідний потік першого каталітичного шару і/або холодоагент проходять через проміжки радіальним потоком. Переважно, вихідний потік першого каталітичного шару проходить через проміжки радіальним вхідним потоком.

Відповідно до інших варіантів виконання, вихідний потік першого каталітичного шару і/або холодоагент проходять через проміжки потоком загалом паралельно до напрямку наскрізного проходження.

Відповідно до варіанта виконання винаходу, принаймні вхід або вихід принаймні першого середовища або другого середовища включає безліч розпилювальних отворів, розташованих на циліндричній оболонці, яка оточує пластинчастий теплообмінник.

Переважно, циліндрична оболонка має безліч розпилювальних отворів для гарячого вихідного потоку першого каталітичного шару. Вихідний потік першого каталітичного шару розподіляється по перших проміжках через впускні розпилювальні отвори і збирається після проходження цих проміжків через випускні розпилювальні отвори. Переважно, впускні розпилювальні отвори(-ір) розташовані діаметрально протилежно до випускних розпилювальних отворів(-у) так, що вихідний потік проходить через проміжки між пластинами потоком, який загалом паралельний до напрямку наскрізного проходження від впускних розпилювальних отворів до випускних розпилювальних отворів.

Відповідно до варіанта виконання, принаймні вхід або вихід принаймні першого або другого середовища включає прохід, виконаний у верхній кришці або нижній пластині теплообмінника, розташовуючись, відповідно, зверху чи знизу пакета теплообмінних пластин. Переважно, прохід має форму сектора або кола або сектора кільця, переважно, який проходить у межах кута від 60° до 300°, більш переважно, від 90° до 240°, більш переважно, 180° або приблизно 180°.

Переважно, одна з верхньої кришки і нижньої пластини має перший прохід для розподілу першого середовища, а інша з верхньої кришки і нижньої пластини має другий прохід для збору цього першого середовища після його охолодження. Переважно, перший прохід і другий прохід розташовані діаметрально протилежно так, що вихідний потік протікає через проміжки загалом паралельно до першого напрямку, який є напрямком наскрізного проходження, і входить у пластинчастий теплообмінник і виходить із нього в другому напрямку, загалом перпендикулярному до першого напрямку.

Переважно, перший прохід включає першу групу - вхідних розпилювальних отворів для першого середовища, а другий прохід включає другу групу - вихідних розпилювальних отворів для збору першого середовища після його охолодження.

Відповідно до варіанта виконання, пластини мають вікно або декілька вікон для входу і/або виходу принаймні першого середовища або другого середовища.

У першому варіанті виконання, пластини містять декілька вхідних вікон і декілька вихідних вікон для пропускання холодоагенту через другі проміжки. Вихідні вікна розташовані ближче до краю, ніж внутрішні вікна.

Переважно, вхідні вікна розташовані вздовж внутрішнього ряду, а вихідні вікна розташовані вздовж зовнішнього ряду. Переважно, внутрішній ряд і зовнішній ряд мають кругову форму, причому внутрішній ряд має перший радіус, зовнішній ряд має другий радіус і перший радіус менший, ніж другий радіус.

Переважно, вхідні вікна суміщені в радіальному напрямку з відповідними вихідними вікнами, що означає, переважно, рівність кількості вхідних вікон і вихідних вікон.

Завдяки описаному розташуванню вхідних і вихідних вікон, холодоагент проходить через другі проміжки радіально вихідним потоком. Відповідно, коли вихідний потік першого шару проходить через теплообмінник радіально вхідним потоком, у цьому першому варіанті виконання теплообмін забезпечується між зустрічними потоками текучих середовищ.

У другому варіанті виконання, кожна з пластин містить одне вхідне вікно і одне вихідне вікно для пропускання холодоагента. Ці вхідні і вихідні вікна, переважно, мають діаметрально-протилежне розташування.

Завдяки цьому, холодоагент проходить через другі проміжки загалом паралельно до заданого напрямку, тобто, від вхідного вікна до вихідного вікна. Коли вихідний потік першого каталітичного шару проходить через перші проміжки, загалом, паралельно до заданого напрямку, у другому варіанті виконання, переважно, здійснюється теплообмін між паралельними зустрічними потоками текучих середовищ.

У частковому варіанті виконання, циліндрична оболонка, яка оточує теплообмінник, містить вхідний просвіт для подання вихідного потоку першого шару в перші проміжки, а теплообмінник містить вікно для збору вихідного потоку першого каталітичного шару після проходження через проміжки. Переважно, це вікно-колектор розташоване діаметрально протилежно до вхідного просвіту; таке відносне розташування визначає напрямок потоку вихідного газу, загалом паралельне до заданого напрямку від вхідного просвіту до вікна-колектора. Переважно, вхідний просвіт перекриває сегмент циліндричної поверхні циліндричної оболонки. Цей сегмент має, переважно, відносно невелику ширину. Сегмент, переважно, перекриває кут у інтервалі від 10 до 45°, наприклад, кут приблизно 30°.

Відповідно до переважного варіанта виконання, конвертер містить ущільнювальні планки, які розташовані так, щоб ізолювати можливий обхідний шлях проходження першого середовища або другого середовища навколо пакета пластин, причому ущільнювальні планки (24), переважно, мають V-подібний переріз.

Відповідно до переважних варіантів виконання, запропонованих у винаході конвертером є конвертер для синтезу аміаку або синтезу метанолу.

Інший аспект даного винаходу відноситься до способу модернізації багат шарового каталітичного конвертера, який включає принаймні:

перший каталітичний шар, другий каталітичний шар і теплообмінник, розташований між першим шаром і другим шаром, і

пристосований для передачі тепла від гарячого вихідного потоку першого шару холодоагенту перед введенням цього потоку в другий шар,

причому теплообмінником є теплообмінник з трубним пучком,

а спосіб відрізняється тим, що при його здійсненні замінюють теплообмінник з трубним пучком на інший теплообмінник, який містить декілька складених пакетом округлих пластин, причому між сусідніми пластинами є проміжки, а вихідний потік першого каталітичного шару і холодоагент подаються в проміжки, відповідно, з чергуванням.

У переважному варіанті виконання, першим каталітичним шаром є порожній циліндр, який має порожнину, а теплообмінник розташований коаксіально з першим каталітичним шаром всередині цієї порожнини. Відповідно, знову встановлений теплообмінник, який містить декілька складених пакетом круглих пластин, розташований коаксіально з першим каталітичним шаром

5 всередині цієї порожнини.

Конвертер відповідно до винаходу має низку переваг.

Головною перевагою порівняно зі звичайним теплообмінником з трубним пучком є те, що текучі середовища мають контакт з поверхнею зі значно більшою площею, оскільки вони розходяться по пластинах, у такий спосіб покращуючи теплопередачу.

10 Крім того, значно знижені перепади тиску як на стороні гарячого вихідного потоку, так і на стороні холодоагенту, порівняно з класичним кожухотрубним теплообмінником.

Більш того, даний винахід забезпечує оптимальне використання об'єму всередині конвертера завдяки компактній конструкції круглого пластинчастого теплообмінника. Зокрема, у варіанті виконання, який містить порожнисті каталітичні шари, циліндричні порожнини всередині

15 цих шарів використовуються максимальною мірою. Завдяки цьому, для розміщення каталізатора залишається більше об'єму.

Іншою перевагою є збільшення продуктивності конвертера за рахунок більш компактною конструкції теплообмінника з круглими пластинами. У результаті, цей конвертер також забезпечує підвищення вироблення аміаку або метанолу.

20 Переваги винаходи стають більш зрозумілими з наведеного далі детального опису.

Нижче винахід більш детально розглянутий з посиланням на додані креслення, на яких:

на Фіг. 1 представлено спрощене креслення багат шарового конвертера з міжшаровим охолодженням, відповідно до винаходу;

25 на Фіг. 2 показаний перший каталітичний шар і перший міжшаровий охолоджувач конвертера, зображеного на Фіг. 1, відповідно до варіанта виконання винаходу;

на Фіг. 3 зображений вид зверху міжшарового охолоджувача, показаного на Фіг. 2;

на Фіг. 4 показаний варіант охолоджувача, зображеного на Фіг. 2;

на Фіг. 5 показаний пластинчастий теплообмінник, який використовує схему з радіальним потоком, відповідно до іншого варіанта виконання винаходу;

30 на Фіг. 6 ілюструється зустрічний потік текучих середовищ, що циркулюють між пластинами теплообмінника, зображеного на Фіг. 5;

на Фіг. 7 показаний альтернативний варіант пластинчастого теплообмінника, показаного на Фіг. 5;

на Фіг. 8 показаний варіант виконання теплообмінника, показаного на Фіг. 7;

35 на Фіг. 9 показаний варіант виконання теплообмінника, показаного на Фіг. 8

Детальний опис здійснення винаходу

40 На Фіг. 1 показаний багат шаровий конвертер 1, наприклад, конвертер аміаку або метанолу, який включає корпус 2 і картридж 3 каталізатора, який містить три адіабатичні каталітичні шари 4, 5, 6, розташовані послідовно, два міжшарові пластинчасті теплообмінники 7, 8 і, опціонально, нижній теплообмінник 9.

45 Кожен шар 4, 5, 6 перетинається радіальним вхідним потоком або змішаним радіально-осьовим потоком, і має кільцеву циліндричну форму з центральною осьовою порожниною 10_а, 10_в, 10_с. Пластинчасті теплообмінники 7, 8, 9 розташовані, відповідно, в цих центральних порожнинах 10_а, 10_в, 10_с для забезпечення міжшарового охолодження газоподібних продуктів реакції, які виділяються з одного каталітичного шару в інший.

50 Новий підживлювальний газ (ПГ), який підводиться, надходить у конвертер 1 через газовпускний патрубок 11 і потрапляє в перший шар 4; вихідний потік першого шару 4 охолоджується, протікаючи через пластини першого міжшарового теплообмінника 7; охолоджений вихідний потік потрапляє у другий шар 5. Аналогічно, вихідний потік другого шару 5 охолоджується в другому міжшаровому теплообміннику 8 перед його поданням у третій шар 6, а вихідний потік третього шару 6 охолоджується в нижньому теплообміннику 9 перед тим, як вийти з конвертера через вихідний отвір 12.

55 Відповідно до наведеного на Фіг. 1 прикладу, каталітичні шари 4, 5, 6 є адіабатичними, оскільки вони не містять засобів охолодження. В інших варіантах виконання, один або більше з цих каталітичних шарів 4, 5, 6 можуть бути ізотермічними, тобто, можуть містити занурені в них теплообмінні елементи (наприклад, трубки або пластини).

На Фіг. 2 більш детально показані перший каталітичний шар 4 і перший міжшаровий пластинчастий теплообмінник 7, які входять у конвертер 1, представлений на Фіг. 1, відповідно до варіанта виконання винаходу.

Каталітичний шар 4 обмежений розподільником 13 газу і колектором 14 газу, які представлені зовнішньою циліндричною стінкою і внутрішньою циліндричною стінкою, відповідно. Ці зовнішня і внутрішня циліндричні стінки проникні для газу і здатні утримувати каталізатор, для чого містять, наприклад, щілини придатного розміру.

5 Колектор 14 газу своєю внутрішньою стороною обмежує згадану вище центральну порожнину 10_а, в якій розміщений перший пластинчастий теплообмінник 7.

Як показано на Фіг. 2, цей теплообмінник 7 містить декілька складених пакетом суцільних круглих пластин 15. Між сусідніми пластинами утворені проміжки 16 для проходження гарячого газу (ГГ), який виходить з першого каталітичного шару 4, і для проходження холодоагента (не показаний на Фіг. 2). Зокрема, сусідні пластини 15 зварені так, щоб забезпечити проходження гарячого газу ГГ через перші проміжки 16 і проходження холодоагента через другі проміжки 16, де перші проміжки чергуються з другими проміжками.

10 Пластинчастий теплообмінник 7 має циліндричну оболонку 17, яка містить проміжок 18 для подання гарячого газу ГГ в теплообмінник. Цей проміжок 18 займає сегмент циліндричної поверхні циліндричної оболонки 17. Відповідно до прикладу, показаного на Фіг. 3, кут α перекриття цього сегмента складає 30°.

Пластинчастий теплообмінник 7 також має вікно 19 для збору охолодженого газу (ОГ) після проходження через відповідні проміжки 16 (тобто, вищезгадані перші проміжки) між пластинами. Це вікно 19, переважно, розташоване навпроти проміжку 18.

20 Завдяки такому взаємному розташуванню вхідного проміжка 18 і вікна-колектора 19, показаних на Фіг. 2 і 3, потік гарячого газу ГГ через перші проміжки загалом спрямовується по діаметральному напрямку від вхідного проміжка 18 до вікна-колектора 19.

Точніше, після проходження колектора 14 газу, гарячий газ ГГ розходитьсь в центральну порожнину 10_а і надходить в пластинчастий теплообмінник 7 через вхідний проміжок 18. 25 Гарячий газ ГГ подається в проміжки між пластинами 15, які чергуються, а одержаний охолоджений газ ОГ далі сходиться у вікно 19, з якого спрямовується до наступного каталітичного шару.

Варіант виконання, показаний на Фіг. 4, є переважним у випадку, коли всередині центральної порожнини 10_а повинна бути поміщена труба 20. Відповідно, пластини 15 мають форму кільця. 30

На Фіг. 5 представлений варіант виконання пластинчастого теплообмінника 7, який перетинаються радіальним потоком гарячого вихідного газу ГГ.

Відповідно до цього варіанта виконання, пластинчастий теплообмінник 7 містить складені пакетом кільцеві пластини 15 і центральний кільцевий колектор 21 для збору охолодженого газу 35 ОГ після проходження через відповідні проміжки 16. Гарячий газ ГГ подається в теплообмінник 7 уздовж усієї бічної поверхні теплообмінника 7 і збирається в центральному колекторі 21, утворюючи радіальний вхідний потік.

40 Пластини 15 містять декілька вхідних вікон 22 і кілька вихідних вікон 23 для пропускання холодоагенту ХА. Ці вхідні вікна 22 розташовані вздовж першого кругового ряду з першим радіусом, а вихідні вікна 23 розташовані вздовж другого кругового ряду, який має другий радіус, причому перший радіус менший, ніж другий радіус. Переважно, вхідні вікна 22 суміщені по радіальному напрямку з відповідними вихідними вікнами 23.

45 Завдяки вищеописаному розташуванню вхідних і вихідних вікон 22, 23, холодоагент ХА перетинає проміжки 16, які чергуються, радіальним вихідним потоком, тобто, в протитечії з гарячим газом ГГ.

Відповідно, у варіанті, показаному на Фіг. 5, забезпечується теплообмін між текучими середовищами в протитечії, як це далі показано на Фіг. 6.

50 На фіг. 7 представлений варіант пластинчастого теплообмінника 7, в якому пластини 15 містять одне вхідне вікно 22а і одне вихідне вікно 23а для пропускання холодоагенту ХА. Ці вікна 22а і 23а розташовані діаметрально протилежно. Завдяки цьому, холодоагент ХА проходить у поперечному напрямку через проміжки 16, які чергуються, між пластинами 15 потоком, практично паралельним до заданого напрямку, тобто, від вхідного вікна 22а до вихідного вікна 23а, як це показано на Фіг. 7 (пунктирні стрілки). Гарячий газ ГГ проходить радіальним вхідним потоком, за аналогією з варіантом виконання, показаним на Фіг. 5, 6.

55 На Фіг. 8 зображений варіант, показаний на Фіг. 7, в якому гарячий газ ГГ і холодоагент ХА проходять через проміжки 16, які чергуються, між пластинами 15 паралельними зустрічними потоками.

60 Холодоагент ХА подається в пластинчастий теплообмінник 7 через вхідне вікно 22b і виходить з теплообмінника 7 через вихідне вікно 23b. В іншому варіанті виконання (не показаний), холодоагент ХА входить у теплообмінник 7 і виходить з нього через один або

більше впускний розпилювальний отвір(-и) і один або більше випускний розпилювальний отвір(-и), відповідно.

5 Гарячий газ ГГ подається в пластинчастий теплообмінник 7 через першу групу розпилювальних отворів оболонки (впускні отвори), розташовані на циліндричній оболонці 17 (див. Фіг. 2). Переважно, впускні розпилювальні отвори розташовуються діаметрально протилежно щодо вхідного вікна 22b.

10 Охолоджений газ ОГ виходить з теплообмінника 7 через другу групу розпилювальних отворів (випускні отвори) оболонки 17. Переважно, ці випускні розпилювальні отвори розташовані діаметрально протилежно щодо вхідного вікна 23b. Варіант виконання, представлений на Фіг. 8, також містить ущільнювальні планки 24 для ізолювання можливого обхідного шляху проходження гарячого газу ГГ навколо пластин. Варто мати на увазі, що варіант виконання на Фіг. 8 і його різновиди забезпечують проходження потоків гарячого газу і холодоагенту по зустрічно-паралельній схемі.

15 У центральній порожнині кільцевих пластин 15 розташовується труба 20, по якій проходить інше середовище (третє середовище), яке не бере участі в процесі теплообміну пластинчастого теплообмінника 7.

Геометрія пластинчастого теплообмінника 7, показаного на Фіг. 8, забезпечує краще розміщення теплообмінника всередині конвертера.

20 На Фіг. 9 представлена версія конструкції, показаної на Фіг. 8, в якій гарячий газ ГГ входить у пластинчастий теплообмінник 7 і виходить з нього через відповідні впускні розпилювальні отвори і випускні розпилювальні отвори (не показані) потоком, загалом, перпендикулярним до потоку гарячого газу ГГ в проміжках 16. При такому розташуванні виходить більш компактна конструкція пластинчастого теплообмінника 7. Впускні розпилювальні отвори розподіляються по вхідному майданчику 25 верхньої кришки теплообмінника 7. Випускні розпилювальні отвори розподіляються по вихідному майданчику 26 нижньої кришки. Переважно, вхідна поверхня 25 і вихідна поверхня 26 мають кутовий розчин, який дорівнює 180° або близький до 180° .

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

30 1. Багатошаровий циліндричний каталітичний конвертер, який містить принаймні перший каталітичний шар (4), другий каталітичний шар (5) і теплообмінник (7), розташований між першим шаром (4) і другим шаром (5) з можливістю передачі тепла від першого середовища до другого середовища, де першим середовищем є гарячий вихідний потік (ГГ) першого шару (4) перед введенням у другий шар (5), а другим середовищем є холодоагент (ХА), причому

35 конвертер має вхід і вихід для першого середовища (ГГ) і вхід і вихід для другого середовища (ХА), який **відрізняється** тим, що теплообмінник (7) містить декілька зібраних пакетом округлих пластин (15), які являють собою суцільні круглі пластини або кільцеві пластини, а між сусідніми пластинами є проміжки (16), і забезпечено прохід вихідного потоку (ГГ) першого каталітичного шару (4) і холодоагенту (ХА), відповідно, через проміжки (16), що чергуються, між пластинами

40 (15) теплообмінника (7), причому першим каталітичним шаром (4) є порожнистий циліндр, який містить порожнину (10_A), а теплообмінник (7) розташований всередині порожнини (10_A) коаксіально з першим каталітичним шаром.

2. Конвертер за п. 1, в якому пластинами (15) є штамповані пластини, які виготовлені механічно штампуванням металевого листа.

45 3. Конвертер за будь-яким із попередніх пунктів, в якому принаймні один із входу і виходу для принаймні одного з першого середовища і другого середовища має безліч розпилювальних отворів, розташованих на циліндричній оболонці (17) навколо складених пакетом пластин (15) теплообмінника (7).

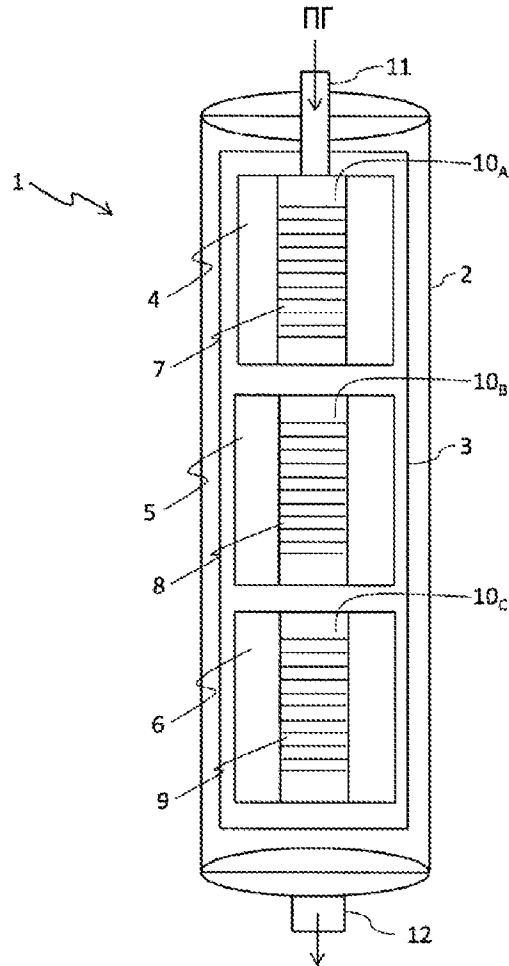
4. Конвертер за п. 3, в якому циліндрична оболонка (17) містить першу множину впускних розпилювальних отворів для розподілу першого середовища (ГГ) і другу множину випускних розпилювальних отворів для збору першого середовища після охолодження (ОГ).

5. Конвертер за п. 4, в якому впускні розпилювальні отвори і випускні розпилювальні отвори розташовані діаметрально протилежно так, що перше середовище (ГГ) проходить через проміжки (16) між пластинами (15) потоком, загалом, паралельним до напрямку наскрізного проходження від впускних розпилювальних отворів до випускних розпилювальних отворів.

55 6. Конвертер за будь-яким із попередніх пунктів, в якому принаймні вхід або вихід для принаймні одного з першого і другого середовищ включає прохід, виконаний у верхній кришці або нижній пластині теплообмінника (7), розташований, відповідно, вище або нижче зібраних пакетом пластин (15) теплообмінника.

7. Конвертер за п. 6, в якому прохід має форму сектора кола або сектора кільця, який, переважно, розходить на кут від 60° до 300° , більш переважно від 90° до 240° , і ще більш переважно 180° або приблизно 180° .
8. Конвертер за п. 6 або 7, в якому одна з верхньої кришки і нижньої пластини має перший прохід для розподілу першого середовища (ГГ), а інша з верхньої кришки і нижньої пластини має другий прохід для збору першого середовища після охолодження (ОГ).
9. Конвертер за п. 8, в якому перший прохід і другий прохід розташовані діаметрально один навпроти одного так, що:
10. перше середовище (ГГ) протікає через проміжки потоком, загалом, паралельним до першого напрямку, який є напрямком наскрізного проходження;
10. перше середовище (ГГ) входить у пластинчастий теплообмінник (7) і виходить з нього потоком у другому напрямку, загалом, перпендикулярному до першого напрямку.
10. Конвертер за п. 8 або 9, в якому перший прохід включає першу групу впускних розпилувальних отворів для першого середовища (ГГ), а другий прохід включає другу групу впускних розпилувальних отворів для збору першого середовища після охолодження (ОГ).
11. Конвертер за будь-яким із попередніх пунктів, в якому пластини (15) мають вікно або декілька вікон для входу і/або виходу принаймні одного з першого і другого середовищ.
12. Конвертер за п. 11, в якому пластини мають одне вхідне вікно (22a) і одне вихідне вікно (23a) для холодоагенту (ХА), причому вказані вікна розташовані діаметрально протилежно.
13. Конвертер за п. 11, в якому пластини мають декілька вхідних вікон (22) і декілька вихідних вікон (23) для холодоагенту (ХА), причому вихідні вікна (23) розташовані ближче до краю, ніж вхідні вікна (22).
14. Конвертер за п. 13, в якому:
25. вхідні вікна (22) розташовані по внутрішньому ряду, а вихідні вікна (23) розташовані по зовнішньому ряду, і
- вказані внутрішній і зовнішній ряди, переважно, мають форму кола, причому внутрішній ряд має перший радіус, зовнішній ряд має другий радіус, і перший радіус менший, ніж другий радіус.
15. Конвертер за будь-яким із п. 13 або 14, в якому вхідні вікна (22) суміщені по радіальному напрямку з відповідними вихідними вікнами (23).
16. Конвертер за п. 11, в якому:
- межі теплообмінника (7) визначаються циліндричною оболонкою (17), яка має вхідний проміжок (18) для першого середовища, що займає сегмент циліндричної поверхні циліндричної оболонки (17), переважно в межах кута від 10° до 45° ,
35. теплообмінник (7) має вікно-колектор (19) для збору вихідного потоку після охолодження (ОГ), причому вхідний проміжок (18) і вікно-колектор (19) розташовані діаметрально протилежно один до одного так, що перше середовище проходить через проміжки (16) між пластинами (15) потоком, загалом, паралельним до заданого напрямку від вхідного проміжку (18) до вікна-колектора (19).
17. Конвертер за будь-яким із попередніх пунктів, який містить ущільнювальні планки (24), розташовані так, щоб ізолювати можливий обхідний шлях проходження першого середовища або другого середовища навколо пакета пластин (15), причому ущільнювальні планки (24), переважно, мають V-подібний поперечний переріз.
18. Конвертер за п. 1, в якому пластини (15) мають кільцеву форму, а теплообмінник (7) містить центральний колектор (21) для збору одного з першого середовища і другого середовища після теплообміну, переважно, для збору першого середовища після охолодження, причому центральний колектор (21), переважно, має кільцеву форму.
19. Конвертер за п. 1, в якому принаймні одне з першого середовища (ГГ) і другого середовища (ХА) проходить через теплообмінник (7) радіальним потоком.
20. Конвертер за будь-яким із попередніх пунктів, в якому теплообмінник (7) має зварні з'єднання між пластинами (15), розташовані з можливістю введення вихідного потоку (ГГ) першого каталітичного шару (4) і холодоагенту (ХА), відповідно, в проміжки, що чергуються.
21. Конвертер за будь-яким із попередніх пунктів, придатний для синтезу аміаку або метанолу.
22. Конвертер за будь-яким із попередніх пунктів, в якому ширина проміжків (16) складає від 1 до 10 мм, переважно від 2 до 6 мм.
23. Спосіб модернізації багатошарового каталітичного конвертера, який містить принаймні перший каталітичний шар, другий каталітичний шар і теплообмінник, розташований між першим шаром і другим шаром з можливістю передачі тепла від гарячого вихідного потоку першого шару холодоагенту перед введенням цього потоку в другий шар, причому теплообмінником є теплообмінник з трубним пучком, який **відрізняється** тим, що замінюють теплообмінник з трубним пучком іншим теплообмінником (7), який містить декілька складених пакетом округлих

пластин (15), причому між сусідніми пластинами є проміжки (16) і вихідний потік (ПГ) першого каталітичного шару (4) і холодоагент (ХА), відповідно, подають в проміжки з чергуванням, першим каталітичним шаром (4) є порожнистий циліндр, який має порожнину (10_А), а новий теплообмінник (7) зі складеними пакетом округлими пластинами розташований коаксіально з першим каталітичним шаром всередині цієї порожнини (10_А).



Фіг. 1

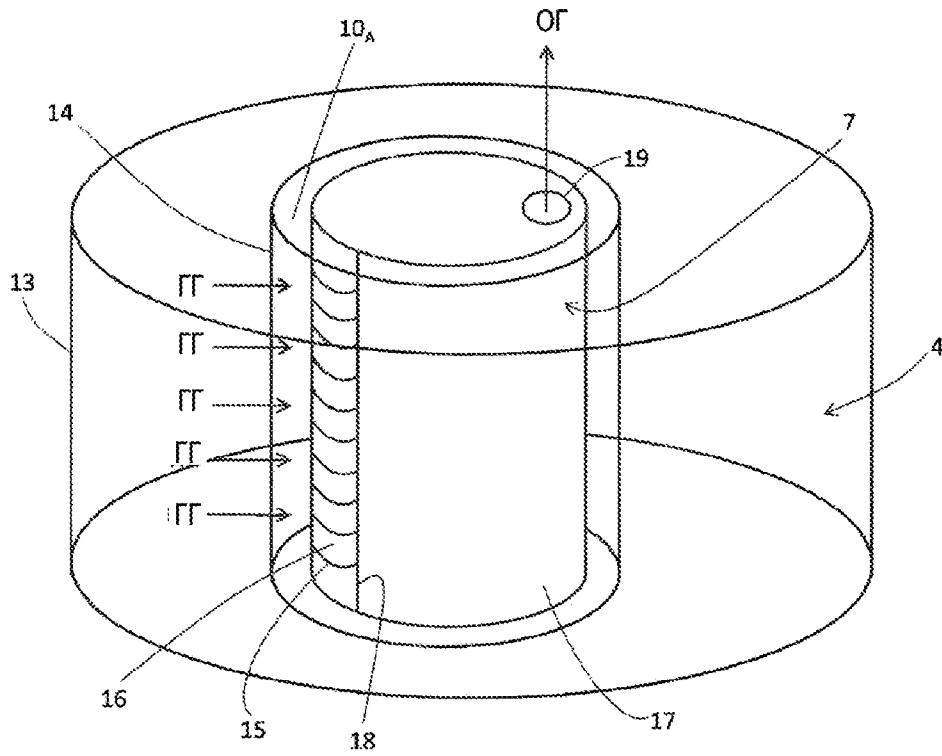


Fig. 2

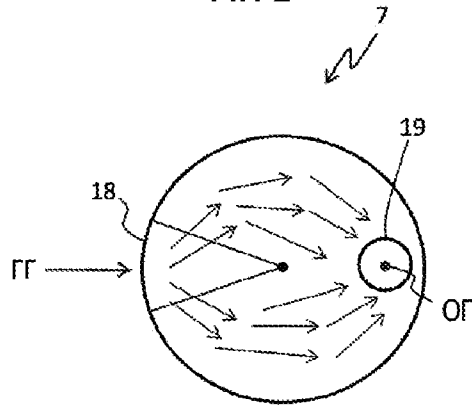
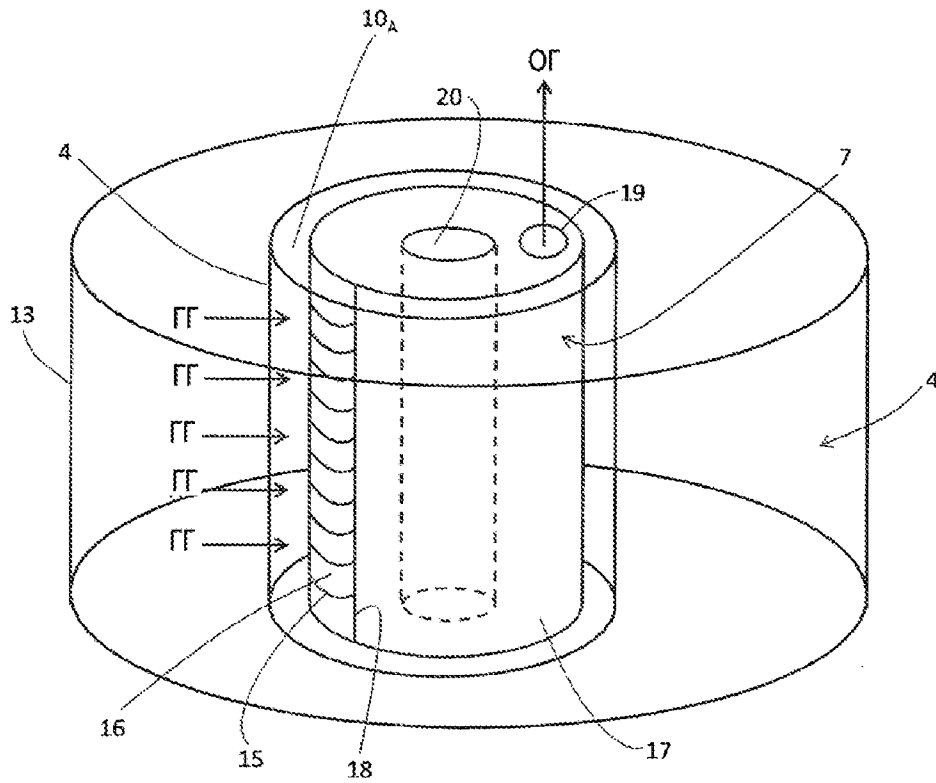
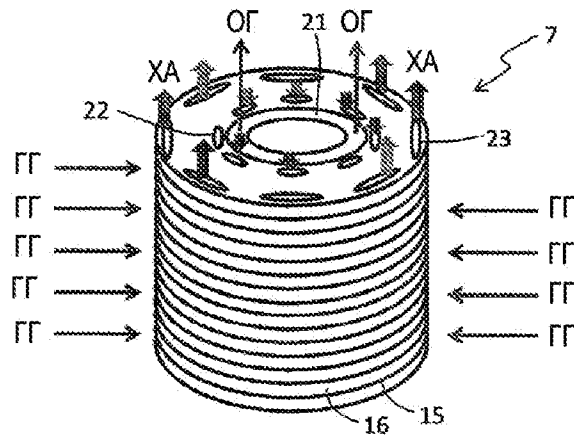


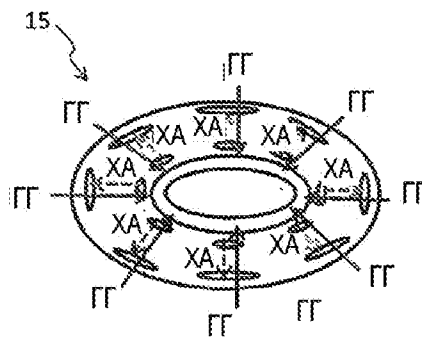
Fig. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

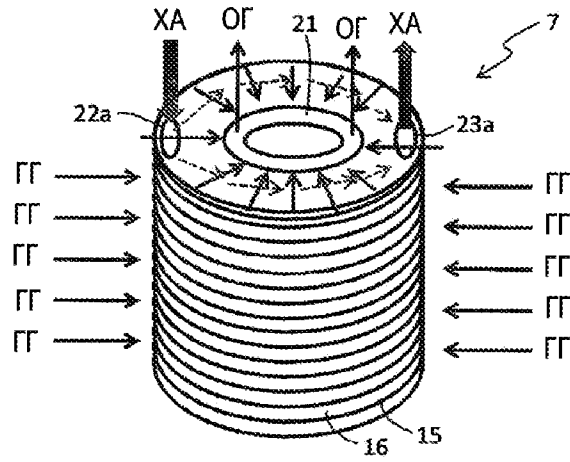


Fig. 7

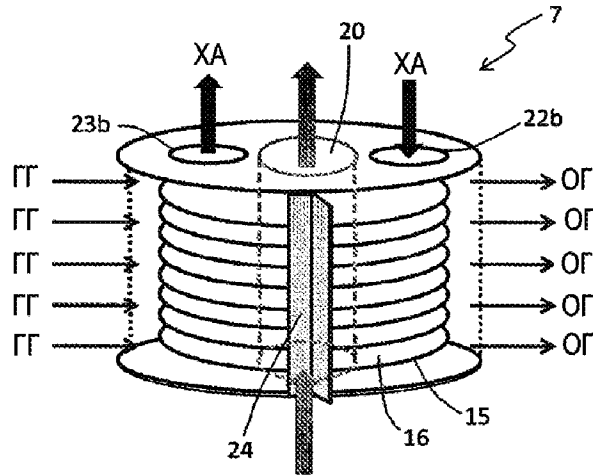
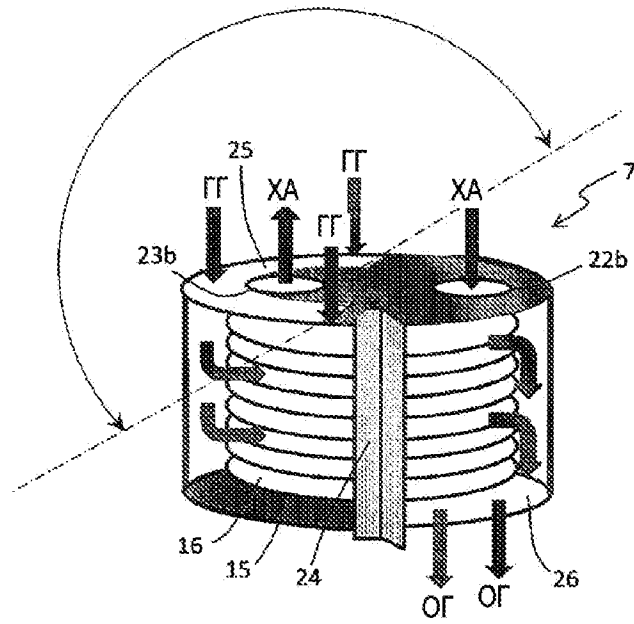


Fig. 8



Фиг. 9