



УКРАЇНА

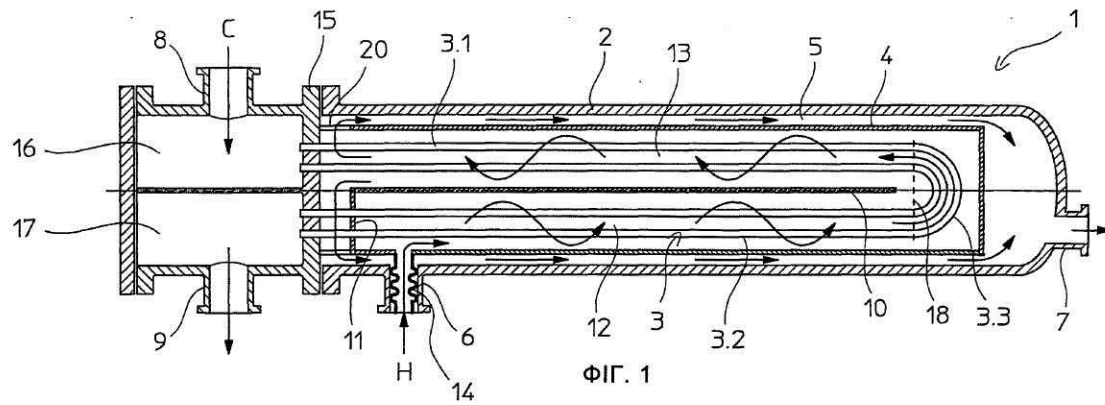
(19) **UA** (11) **119176** (13) **C2**
(51) МПК (2019.01)**F28F 9/00****F28F 9/013** (2006.01)**F28F 9/02** (2006.01)**F28D 7/06** (2006.01)**F28D 7/16** (2006.01)**F28F 9/22** (2006.01)МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

(21) Номер заявки: а 2017 01326	(72) Винахідник(и): Ріцці Енріко (ІТ)
(22) Дата подання заявки: 19.06.2015	(73) Власник(и): КАСАПЕ СА, Via Giulio Pocobelli, 6, CH-6900 Lugano, Switzerland (CH)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.05.2019	(74) Представник: Петров Андрій Володимирович, реєстр. №139
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 14177210.3	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: US 1962362 A, 12.06.1934 FR 2424502 A1, 23.11.1979 US 4689969 A, 01.09.1987 EP 2400247 A2, 28.12.2011 DE 29510720 U1, 07.09.1995
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 16.07.2014	
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: EP	
(41) Публікація відомостей про заявку: 12.06.2017, Бюл.№ 11	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.05.2019, Бюл.№ 9	
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ: РСТ/EP2015/063867, 19.06.2015	

(54) КОЖУХОТРУБЧАСТИЙ ТЕПЛООБМІННИК**(57) Реферат:**

В заявці описаний теплообмінник (1), що містить перший, зовнішній, кожух (2) і трубний пучок (3), вхідні і вихідні стикувальні вузли, що сполучаються з міжтрубним простором і внутрішньотрубним простором для подачі першого текучого середовища і другого текучого середовища, відповідно, при цьому теплообмінник містить другий кожух (4), що розташований всередині першого кожуха (2) та охоплює трубний пучок (3); другий кожух (4) містить принаймні одне рознімне поздовжнє з'єднання (32) і групу поздовжніх секцій, зчленованих рознімними з'єднаннями; другий кожух (4) розмежує міжтрубний простір теплообмінника (1), що оточує трубний пучок (3), і формує проміжок (5) нагнітання, що сполучається з міжтрубним простором, при цьому перше текуче середовище проходить через міжтрубний простір вздовж одного або декількох поздовжніх каналів, і перше текуче середовище і друге текуче середовище при проходженні вздовж одного або декількох поздовжніх каналів перебувають у протитечії.

UA 119176 C2



Галузь техніки

Винахід відноситься до кожухотрубчастих теплообмінників, зокрема для хімічної або нафтохімічної промисловості.

Рівень техніки

5 Кожухотрубчасті теплообмінники широко використовуються в нафтохімічній галузі. Їх задача полягає, в основному, в передачі тепла від високотемпературного текучого середовища, що перебуває під високим тиском, наприклад газу, що виходить із хімічного реактора, іншому текучому середовищу, наприклад воді, для рекуперації тепла, що міститься в газі, або для одержання пари.

10 Режим експлуатації таких пристроїв часто є критичним для використовуваних матеріалів. Гаряче текуче середовище звичайно має високі температуру і тиск і часто може мати агресивний хімічний склад. Наприклад, газ, що виходить із реактора синтезу аміаку, звичайно має температуру приблизно 450 °C і тиск приблизно 140 бар; цей газ має також високі парціальні тиски водню (80-85 бар) і азоту (приблизно 30 бар). Відомо, що в таких експлуатаційних умовах водень і азот впливають на сталеві поверхні, призводячи до їх знеміцнення і можливого утворення тріщин та інших руйнувань. Тому теплообмінник, призначений для роботи в таких умовах, являє собою високонапружену конструкцію і вимагає застосування високоякісних сталей, що, наприклад, не іржавіють, і дуже товстих стінок. Це значно підвищує вартість.

20 Щоб подолати цей недолік, тобто обмежити вартість конструкції, в попередньому рівні при роботі в повністю безпечному режимі пропонується підтримувати температуру на якомога більш низькому рівні для даного значення тиску. Відомо, що швидкість впливу азоту на сталеву поверхню (ефект азотування) експоненціально зростає при температурах понад 370-380 °C, тому в попередньому рівні вживали спроби збереження температури деталей, що перебувають під тиском, нижче цих значень, так щоб можна було використовувати низьколеговані сталі, які дешевше за нержавіючі сталі.

Зокрема, проблема зводиться до того, щоб обмежити температуру зовнішнього кожуха теплообмінника. Відоме використання для цієї мети технології нагнітання, тобто спрямування охолодного потоку сильним струменем над внутрішньою стінкою кожуха. Проте ця технологія має ряд недоліків, не подоланих дотепер.

Наприклад, у теплообміннику з U-подібними трубами нагнітання проводиться із внутрішньою стінкою (яку називають також "захисним екраном"). Гаряче текуче середовище, наприклад газ, що надходить із реактора, набігає на трубний пучок і охолоджується, проходячи в поздовжньому напрямку по всій довжині пристрою; частково охолоджений потік подається потім до простору між кожухом і захисним екраном, так щоб забезпечити ефект нагнітання і запобігти безпосередньому контакту між зовнішнім кожухом і гарячим текучим середовищем, що надходить.

Така конфігурація має істотний недолік, який полягає в тому, що не використовується чиста протитечія. Фактично гаряче текуче середовище омиває пучок U-подібних труб при проходженні в основному в поздовжньому напрямку, так що тільки половина трубного пучка працює в режимі теплообміну в протитечії, що в підсумку впливає на теплопередачу.

Для подолання цього недоліку в попередньому рівні техніки і особливо при рекуперації тепла газових скидань (наприклад, в аміачних установках) використовується рішення з двома теплообмінниками, включеними послідовно. Перший теплообмінник, що працює при більш високій температурі, прокачується з використанням внутрішнього захисного екрана. Цей перший теплообмінник розташовується безпосередньо нижче реактора за напрямком потоку і, як правило, має міжтрубну зону, яка пересікається гарячим текучим середовищем, а охолодне текуче середовище, наприклад кипляча вода, циркулює у внутрішньотрубному просторі. Частково охолоджене текуче середовище, яке залишає перший теплообмінник, спрямовується до другого теплообмінника, в якому циркулює всередині труб. Таким чином, другий теплообмінник може працювати в режимі протитечії, що переважно для передачі тепла. При модернізації існуючих установок дане рішення спричиняє додаткову проблему, що полягає в обмеженості доступного простору, що в деяких випадках не дозволяє встановити два теплообмінники.

55 Ці проблеми можуть стати більш зрозумілими при розгляді фіг. 9, на якій наведений приклад схеми установки відповідно до попереднього рівня техніки.

Потік 101, що виходить при високій температурі з аміачного реактора 100, охолоджується в першому пристрої 102 і в другому пристрої 103, кожний з яких містить пучок U-подібних труб. У першому пристрої 102 потік 101 проходить у поздовжньому напрямку через міжтрубний простір, в той час як потік 105 води пропускається через внутрішньотрубний простір, виходячи у вигляді

пари 106. Перший пристрій 102 містить стінку 107, що охоплює пучок U-подібних труб; газ 101 після проходження в поздовжньому напрямку через пристрій піднімається нагору всередині проміжку 108, витікаючи назовні по магістралі 109. В результаті такого переміщення газ 101 всередині першого пристрою 102 виявляється в протитечії приблизно для половини трубного пучка, в той час як через іншу частину цього пучка він проходить в прямотечії. Газ 109, що виходить з першого пристрою 102, спрямовується до другого пристрою 103, де він циркулює всередині труб, попередньо нагріваючи воду 104, яка циркулює в міжтрубному просторі. Попередньо нагріта вода, що виходить з пристрою 103, формує потік 105, який спрямовується до першого пристрою.

Інші проблеми, властиві відомим теплообмінникам, полягають в наступному.

Для того щоб, за необхідності, створити декілька проходів (каналів) в міжтрубному просторі, повинні бути забезпечені поздовжні перегородки, які, проте, створюють проблеми для видалення або заміни трубного пучка. Ці перегородки вимагають підвищеної уваги при конструюванні і виготовленні для запобігання витоків.

Інша проблема полягає в існуванні обхідних ділянок між кожухом і трубним пучком через наявність відстані між цими двома елементами. Газ, проходячи по обхідних ділянках, не вступає в контакт із трубним пучком і не робить внесок в теплообмін, знижуючи ефективність роботи установки.

Ці проблеми дотепер не вирішені, незважаючи на прагнення до цього, зокрема в хімічних установках, для яких все частіше вживають спроби оптимізувати рекуперацію тепла від газових викидів.

Розкриття винаходу

Задачі винаходу полягають у забезпеченні пристрою теплообмінника, виконаного, порівняно з попереднім рівнем техніки, з можливістю досягнення: зниження температури зовнішнього кожуха за рахунок ефекту нагнітання; більшої ефективності теплообміну шляхом усунення обхідної зони в периферії труб; більшої гнучкості в компонованнях, які відносяться до подачі газу до міжтрубного простору і відбору з нього; конструктивного спрощення; зниження вартості завдяки використанню матеріалів більш низької якості або зменшенню товщини.

Ці задачі вирішуються в теплообміннику за п.1 формули даного винаходу. Деякі переважні ознаки розкриті в залежних пунктах.

Переважно, теплообмінник містить систему розділових перегородок, які формують групу проходів в міжтрубному просторі, що охоплюють трубний пучок і проходять всередині другого кожуха, при цьому проходи, які слідує один за одним, мають протилежні напрямки наскрізного потоку, і перший або останній з цих проходів безпосередньо сполучається із зазначеним проміжком. Наприклад, у переважному варіанті здійснення з двома проходами система розділових перегородок формує перший прохід в міжтрубному просторі і другий прохід в міжтрубному просторі, що мають протинаправлені наскрізні потоки, і другий прохід безпосередньо сполучається із зазначеним проміжком.

Кожний з проходів, які проходять в міжтрубному просторі, сформований в частині теплообмінника, що включає відповідну підгрупу труб трубного пучка і/або відповідні частини цих труб. Засоби подачі текучого середовища до внутрішньотрубного простору виконані так, щоб потік, який проходить у внутрішньотрубному просторі, в кожному із проходів завжди був спрямований в протилежному напрямку до відповідного потоку в міжтрубному просторі.

Другий внутрішній кожух переважно виконаний воедино з трубним пучком. Зокрема, у переважному варіанті здійснення трубний пучок містить групу перегородок, перпендикулярних до труб, і внутрішній кожух конструктивно взаємодіє з цими перегородками. Наприклад, кожух конструктивно взаємодіє з перегородками, опираючись на них або будучи виконаним воедино з ними.

Більш переважно другий кожух містить групу кільцевих і/або поздовжніх частин, виконаних з можливістю демонтажу. В одному з варіантів здійснення цей кожух містить принаймні одне рознімне поздовжнє з'єднання. Поздовжня розділова перегородка, що формує два проходи в міжтрубному просторі, переважно може бути поміщена вздовж рознімного поздовжнього з'єднання між двома частинами кожуха. Переважно відмітною властивістю є, зокрема, те, що трубний пучок складається з U-подібних труб.

Внутрішній кожух виконаний також з можливістю зменшення обхідних ділянок, так як розташовується ближче до трубного пучка, ніж зовнішній кожух теплообмінника. В деяких варіантах здійснення внутрішній кожух має некруглий поперечний переріз, що забезпечує можливість постійного щільного прилягання до краю поперечних перегородок і близькості до периферійних труб трубного пучка. Наприклад, кожух може мати поперечний переріз у вигляді

правильного або неправильного багатокутника, або поперечний переріз може включати один або декілька прямолінійних боків або декілька криволінійних боків.

Відповідно до інших переважних відмінних властивостей з'єднання між поперечними перегородками трубного пучка і внутрішнім кожухом виконане в основному непроникним для 5 текучого середовища. Термін "в основному непроникне для текучого середовища" означає, що з'єднання між перегородками і кожухом герметичне або допускає проходження обхідного потоку, яким, проте, нехтують порівняно із загальним прохідним потоком. Ця властивість дозволяє більш простіше здійснити поперечний поділ теплообмінника, наприклад з використанням глухих перегородок.

10 Внутрішній кожух, який можна демонтувати і сконфігурувати відповідно до конкретних потреб, має в основному наступні переваги: він формує проміжок для обтікання зовнішнього кожуха і, отже, забезпечує можливість зниження розрахункових температур і використання низькоякісних і менш дорогих матеріалів; він зменшує або усуває обхідні зони по периферії труб з витікаючим із цього збільшенням теплової ефективності пристрою; він забезпечує можливість 15 каналізації потоку, що проходить в міжтрубному просторі вздовж траєкторій, які переважні з погляду ефективності і/або конструктивного спрощення.

Інша перевага винаходу полягає в тому, що завдяки створенню відповідних відсіків в міжтрубному просторі потік у ньому повністю спрямований у протитечі до текучого середовища, що циркулює в трубах.

20 Інша перевага винаходу полягає в тому, що рекуперация тепла, яке викидається з реактора, як правило, аміачного реактора, може бути зручно виконана при використанні тільки одного пристрою, а не двох. Крім економії щодо вартості пристрою існує економія щодо трубопроводів і монтажних робіт, тому що немає необхідності в магістралях, що працюють в умовах критично високих температур. Компактна конструкція особливо зручна в умовах проведення, за 25 необхідності, можливої модернізації установки, тому що звичайно доступні простори вкрай обмежені. Нарешті, зменшення числа з'єднань знижує ризик потенційно небезпечних витоків.

Переваги стануть ще більш наочними при використанні наведеного нижче докладного опису, що стосується ряду переважних варіантів здійснення.

Короткий опис креслень

30 Далі винахід розглянутий більш докладно з посиланням на прикладені креслення, на яких показано:

на фіг. 1-4 – схематичний поперечний переріз кожухотрубчастого теплообмінника відповідно до першого, другого, третього і четвертого варіантів здійснення винаходу, відповідно;

на фіг. 5 – вигляд у перспективі частини трубного пучка з кожухом багатокутного перетину, 35 скріпленням з перегородками трубного пучка, відповідно до однієї з різних модифікацій здійснення винаходу;

на фіг. 6 – вигляд у перспективі частини трубного пучка з U-подібними трубами, що має циліндричний кожух, забезпечений поздовжнім з'єднанням відповідно до переважної відмітної властивості винаходу;

40 на фіг. 7 – схема установки відповідно до даного винаходу, що виробляє пару в міжтрубному просторі;

на фіг. 8 – схема установки відповідно до даного винаходу, що виробляє пару у внутрішньотрубному просторі;

на фіг. 9 – схема установки відповідно до попереднього рівня техніки.

45 Здійснення винаходу

На фіг. 1 дано схематичне представлення пристрою 1 теплообмінника, що містить зовнішній кожух 2, трубний пучок 3 всередині зовнішнього кожуха 2 і другий кожух 4.

Другий кожух 4 охоплює трубний пучок 3, і його внутрішній простір коаксіально до кожуха 2. Таким чином формується проміжок 5 нагнітання між двома кожухами 2 і 4.

50 Трубний пучок 3 містить групу U-подібних труб, прикріплених до трубної дошки 15. Кожна з труб 3 містить першу пряму секцію/ділянку 3.1, другу пряму секцію 3.2 і сполучну секцію 3.3.

Теплообмінник 1 має міжтрубний простір і внутрішньотрубний простір. Міжтрубний простір в основному співпадає з простором, сформованим всередині другого кожуха 4 навколо трубного пучка 3, а внутрішньотрубний простір відповідає внутрішньому простору труб трубного пучка 3.

55 Теплообмінник 1 містить вхідний стикувальний вузол 6 і вихідний стикувальний вузол 7 для першого текучого середовища, а також вхідний стикувальний вузол 8 і вихідний стикувальний вузол 9 для другого текучого середовища. Стикувальні вузли 6, 7 сполучаються з міжтрубним простором; стикувальні вузли 8, 9 сполучаються із внутрішньотрубним простором через живильну камеру 16 і збірну камеру 17. Стикувальні вузли 6-9 переважно сформовані 60 патрубками.

В прикладі з фіг. 1 гаряче текуче середовище Н проступає через стикувальний вузол 6 і виходить охолодженим через стикувальний вузол 7, проходячи через міжтрубний простір; більш холодне текуче середовище С надходить через стикувальний вузол 8 і виходить нагрітим через стикувальний вузол 9, проходячи вздовж внутрішньотрубного простору.

5 Теплообмінник 1 також містить систему розділових перегородок, що включає поздовжню розділову перегородку 10 і поперечну розділову перегородку 11, що утворюють два проходи в міжтрубному просторі.

10 Більш докладно, перший прохід сформований в частині 12 міжтрубного простору, що містить зворотні гілки 3.2 труб; другий прохід сформований в частині 13 того ж міжтрубного простору, що містить відхідні ділянки 3.1 труб.

Поздовжня розділова перегородка 10 простирається в основному по всій довжині труб пучка 3 і розташовується в його середній площині, розділяючи таким чином ділянки 3.1 і 3.2 кожної із труб. Розділова перегородка 11 розташована поблизу стикувального вузла 6 таким чином, щоб текуче середовище, що надходить через стикувальний вузол 6, спрямовувались до частини 12 міжтрубного простору по траєкторії, позначеній стрілками на фіг. 1.

15 Частина 12 сполучається безпосередньо зі стикувальним вузлом 6. Частина 13 сполучається з проміжком 5 через отвори 20. Переважно як стикувальний вузол 6, так і отвір 20 і перегородка 11 розташовані поблизу трубної дошки 15.

20 Завдяки такому компонуванню розділових перегородок 10, 11, отворів 20 і вхідного стикувального вузла 6 гаряче текуче середовище Н послідовно долає частини 12 і 13 міжтрубного простору, тобто впливає по двом траєкторіям потоку, позначеним стрілками, при цьому:

- вздовж першої траєкторії потоку, тобто всередині частини 12, потік спрямований від трубної дошки 15 до U-подібної сполучної зони трубного пучка;
- 25 - вздовж другої траєкторії потоку, тобто всередині частини 13, потік спрямований протилежним чином, тобто до трубної плити 15.

Після проходження вздовж другої частини 13 текуче середовище Н, вже охолоджене, надходить до проміжку 5 через отвори 20 і досягає вихідного стикувального вузла 7. Таким чином виконується функція нагнітання і охолодження в кожусі 2.

30 Вхідний стикувальний вузол 8 і вихідний стикувальний вузол 9 внутрішньотрубного простору розміщені так, щоб формувати відхідний потік вздовж гілок 3.1 U-подібних труб, розташованих у частині 13, і зворотний потік у протилежному напрямку вздовж гілок 3.2 тих же труб, розташованих у частині 12. Отже, гаряче текуче середовище Н в міжтрубному просторі завжди рухається в протитечії по відношенню до охолодного текучого середовища С, що проходить всередині труб.

35 Переважно гаряче текуче середовище Н являє собою газ, наприклад продукти реакції, відведені з хімічного реактора, і охолодне текуче середовище С являє собою воду, яка може частково або повністю випаровуватися при проходженні через теплообмінник 1.

40 Далі наведені деякі переважні властивості, однаково притаманні як прикладу з фіг. 1, так і іншим наведеним прикладам.

Переважно стикувальний вузол 6 формується в кожусі 2 вхідним патрубком, взаємозв'язаним із внутрішнім кожухом 4 через компенсатор 14.

45 Переважно трубний пучок 3 містить групу поперечних антивібраційних кріпильних перегородок 18, виконаних, наприклад, з використанням технології створення стрижневих перегородок.

50 В деяких варіантах здійснення внутрішній кожух 4 може бути скріплений з трубною дошкою 15 або може бути скріплений в осьовому напрямку (в напрямку, паралельному до осі реактора 1) з однією або декількома кріпильними перегородками 18. Переважно кожух 4 скріплений в осьовому напрямку із кріпильною перегородкою 18, розташованою протилежно до трубної дошки 15, тобто поблизу U-подібної сполучної секції пучка.

Для спрощення на фіг. 1 та інших кресленнях показана тільки одна кріпильна перегородка 18; переважно теплообмінник містить групу кріпильних перегородок 18, рознесених на відповідний інтервал. Приклади здійснення кріпильних перегородок 18 наведені на фіг. 5 і 6.

55 Загалом кажучи, внутрішній кожух 4 має потребу принаймні в одній фіксованій точці кріплення. В деяких варіантах здійснення ця одна фіксована точка кріплення обирається поблизу вхідного стикувального вузла 6, що дозволяє уникнути необхідності в компенсаторі 14, якщо різницею в радіальному розширенні між кожухами 2 і 4 нехтують.

60 На фіг. 2 показаний теплообмінник, конструктивно аналогічний до теплообмінника з фіг. 1, і тому його компоненти позначені тими ж посилальними номерами. У випадку з фіг. 2 гаряче текуче середовище Н циркулює у внутрішньотрубному просторі, надходячи через стикувальний

вузол 9 і виходячи через стикувальний вузол 8, а холодне текуче середовище циркулює в міжтрубному просторі, надходячи через стикувальний вузол 7 і виходячи через стикувальний вузол 6.

У представленому на фіг. 2 варіанті здійснення охолодне текуче середовище С спочатку проходить вздовж проміжку 5 (створюючи ефект нагнітання вздовж кожуха 2) і потім послідовно до частини 13 і 12 міжтрубного простору, тобто в два проходи, сформовані розділовими перегородками 10 і 11. Гаряче текуче середовище, що надходить через стикувальний вузол 9, проходить послідовно вздовж трубних гілок 3.2, 3.3 і 3.1. Також з фіг. 2 випливає, що теплообмінник завжди працює в режимі протитечії в обох проходах міжтрубного простору.

В обох прикладах з фіг. 1 і 2 завдяки обтіканню по проміжку 5 досягається зниження температури зовнішнього кожуха 2 і трубної плити 15 при збереженні переваг в ефективності теплообміну, що виникають в режимі чистої протитечії.

На фіг. 3 і 4 представлений теплообмінник із плаваючою головкою, до якого гаряче текуче середовище подається до міжтрубного простору, і який включає прямі труби і один прохід (фіг. 3) або два проходи (фіг. 4) в міжтрубному просторі.

Для спрощення елементи, аналогічні до елементів з фіг. 1 і 2, позначені однаковими посилальними номерами, зокрема зовнішній кожух 2, трубний пучок 3, внутрішній кожух 4 і проміжок 5.

У варіанті здійснення з фіг. 3 теплообмінник 1 містить прямі труби, один кінець яких зафіксований в трубній дошці 15, а протилежний кінець закріплений в плаваючій головці 19.

Гаряче текуче середовище, що надходить через стикувальний вузол 6, проходить вздовж міжтрубного простору по поздовжній траєкторії (як показано стрілками на фіг. 3) і потім вертається до вихідного стикувального вузла 7, проходячи по проміжку 5 нагнітання. Холодне текуче середовище проходить протитечею по трубах від живильної камери 16 до збірної камери 17.

У варіанті здійснення з фіг. 4 теплообмінник також оснащений розділовими перегородками 10, що формують два проходи в міжтрубному просторі. В результаті, для одержання протитечії траєкторія в міжтрубному просторі включає відхідну частину в першій групі перших труб 3.1 і зворотну частину в другій групі труб 3.2 (аналог з гілками U-подібних труб на фіг. 1 і 2), а плаваюча головка 19 містить камеру 21, що служить для повороту потоку текучого середовища, що проходить у внутрішньотрубному просторі.

Слід також зазначити, що варіанти здійснення з фіг. 3 і 4 мають наступні загальні властивості: теплообмінник завжди працює в режимі протитечії; охолодження кожуха 2 здійснюється потоком, що проходить по проміжку 5.

На фіг. 5 і 6 дані приклади конструктивного виконання трубного пучка 3 і кожуха 4.

На фіг. 5 зображений трубний пучок 3 відповідно до одного з варіантів здійснення винаходу, в якому кожух 4 містить стінку 30, яка має східчастий багатокутний поперечний переріз. Стінка 30 конструктивно виконана з'єднаною з трубами трубного пучка 3 і з можливістю заміни скріплена з кріпильними перегородками 18, сформованими стрижнями 31, з'єднаними зі стінкою 30. Проте можливі й інші варіанти здійснення.

Можна зрозуміти, що кожух 4, сформований вищезгаданою багатокутною стінкою 30, розташовується дуже близько до периферійних труб пучка 3, слідуючи його конфігурації набагато краще, ніж при круглому поперечному перерізі. В результаті знижується можливий обхідний простір навколо трубного пучка 3.

Як відомо, недолік теплообмінників із плаваючою головкою полягає в її радіальних розмірах, що призводить до необхідності збільшення відстані периферійних труб трубного пучка 3 від кожуха 4 і зниження тим самим ефективності теплообміну. Цей недолік долається в запропонованому рішенні.

Стінка 30 може бути сформована різними поздовжніми секціями і/або різними частинами, що спільно охоплюють трубний пучок 3. Поздовжні секції зчленовуються одна з одною різними з'єднаннями.

На фіг. 6 наведений варіант конструкції із циліндричним кожухом 4, підігнаним до пучка 3 U-подібних труб. В даному варіанті кожух 4 сформований половинками 4.1 і 4.2 корпусів, з'єднаних один з одним поздовжніми фланцями 32. Фланці 32 утворюють поздовжнє з'єднання корпусу 4.

Половинки кожуха закріплюють поздовжню перемичку 10, так щоб одержати поділ міжтрубного простору на два проходи і бажану протитечію по відношенню до внутрішньотрубного потоку, як, наприклад, зображено на фіг. 1. На кресленні помітні також кріпильні перегородки 18, виконані за варіантом, який відрізняється від фіг. 5. В даному варіанті здійснення перегородки 18 в основному містять раму, скріплену з половинками 4.1 або 4.2

кожуха, і стрижні, що формують наскрізні проходи для труб і які забезпечують для них антивібраційне кріплення.

На фіг. 7 наведений приклад використання теплообмінника з фіг. 1 в установці, що виробляє пару в міжтрубному просторі. Гаряче текуче середовище Н, що надходить із аміачного реактора 50, циркулює у внутрішньотрубному просторі, і охолодне текуче середовище С циркулює в міжтрубному просторі. Охолодне текуче середовище С спочатку проходить через проміжок 5 і потім надходить до зон 13 і 12 міжтрубного простору, тобто всередину двох проходів, сформованих розділовою перегородкою 10, проходячи над зовнішнім кожухом 2 і виходячи назовні у вигляді пари.

На фіг. 8 схематично показана аналогічна до фіг. 5 установка, в якій пара виробляється у внутрішньотрубному просторі. Гаряче текуче середовище Н проходить вздовж двох траєкторій потоку в міжтрубному просторі, сформованому розділовими перегородками 10 і 11, омиваючи трубний пучок 3. Потім текуче середовище Н надходить до проміжку 5 між зовнішнім кожухом 2 і внутрішнім кожухом 4. Вода навпаки протікає вздовж внутрішньотрубного простору, як показано на фіг. 6.

Можна помітити, що ефективна рекуперація тепла здійснюється в одному пристрої 1 на відміну від конфігурації установки з фіг. 9 відповідно до попереднього рівня техніки, в якій використовуються два пристрої.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Кожухотрубчастий теплообмінник (1), який містить: перший, зовнішній, кожух (2) і трубний пучок (3), що формує внутрішньотрубний простір теплообмінника, відповідний до внутрішнього простору труб пучка; міжтрубний простір, сформований поза трубним пучком; вхідні та вихідні стикувальні вузли, що сполучаються з міжтрубним простором і з внутрішньотрубним простором для проходження першого текучого середовища і другого текучого середовища, відповідно;

другий кожух (4), що розташований всередині першого кожуха (2) та охоплює трубний пучок (3), причому другий кожух (4) має принаймні одне рознімне поздовжнє з'єднання (32) і групу поздовжніх секцій, з'єднаних рознімними з'єднаннями, і другий кожух (4) обмежує міжтрубний простір теплообмінника (1), що оточує трубний пучок (3), і формує проміжок (5) нагнітання, обмежений між першим кожухом (2) і другим кожухом (4) і сполучений з внутрішньотрубним простором, міжтрубний простір виконаний з можливістю проходження через нього першого текучого середовища по одному або декількох поздовжніх проходах, так що перше текуче середовище і друге текуче середовище спрямовані в протитечії вздовж одного або декількох поздовжніх проходів, призначених для проходження першого текучого середовища в міжтрубному просторі, трубний пучок (3) конструктивно об'єднаний з другим кожухом (4) і містить групу перегородок (18), в основному перпендикулярних до осі трубного пучка (3), і другий кожух (4) конструктивно взаємозв'язаний з перегородками (18), опираючись на них або прикріплюючись до них.

2. Теплообмінник за п. 1, що містить систему розділових перегородок (10, 11), які формують групу проходів в міжтрубному просторі, що охоплюють трубний пучок (3) і проходять всередині другого кожуха (4), при цьому проходи, що ідуть один за одним, мають протилежні напрямки потоку, і перший або останній з цих проходів безпосередньо сполучається зі згаданим проміжком.

3. Теплообмінник за п. 2, в якому кожний з проходів, які проходять в міжтрубному просторі, сформований в частині (12, 13) теплообмінника, що включає відповідну підгрупу труб трубного пучка і/або відповідні ділянки (3,1, 3,2) цих труб,

і теплообмінник містить засіб (16, 17, 21) розподілу другого текучого середовища у внутрішньотрубний простір, виконаний з можливістю спрямування потоку в проході внутрішньотрубного потоку в підгрупі труб або в частинах труб завжди в протитечії відносно до потоку першого текучого середовища, що циркулює в міжтрубному просторі.

4. Теплообмінник за будь-яким із попередніх пунктів, в якому система розділових перегородок (10, 11) формує принаймні два проходи в міжтрубному просторі, і при роботі гаряче текуче середовище подається до міжтрубного простору, проходить вздовж принаймні двох проходів, охолоджуючись, і потім вздовж проміжку (5) нагнітання.

5. Теплообмінник за будь-яким із пп. 1-3, в якому система розділових перегородок (10, 11) формує принаймні два проходи в міжтрубному просторі, і при роботі холодне текуче

середовище подається до міжтрубного простору, проходить вздовж проміжку (5) нагнітання і потім вздовж принаймні двох проходів в міжтрубному просторі.

6. Теплообмінник за будь-яким із попередніх пунктів, в якому трубний пучок (3) являє собою пучок U-подібних труб.

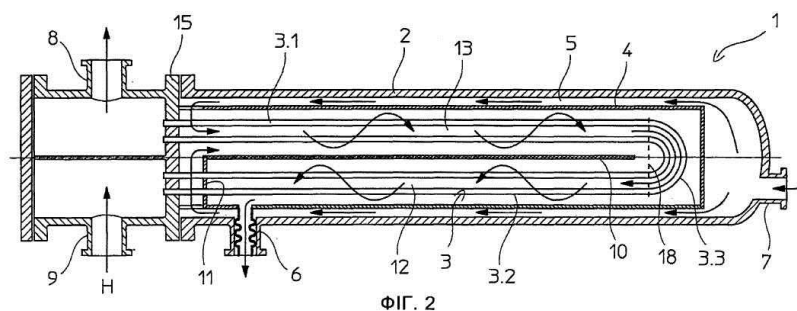
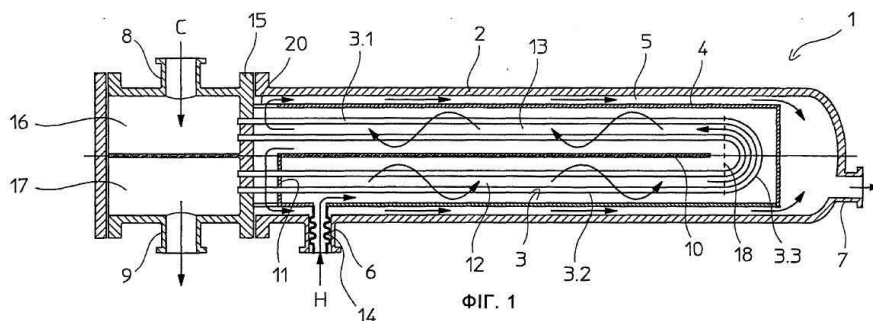
5 7. Теплообмінник за будь-яким із пп. 1-5, в якому трубний пучок (3) являє собою пучок прямих труб із плаваючою головкою (19).

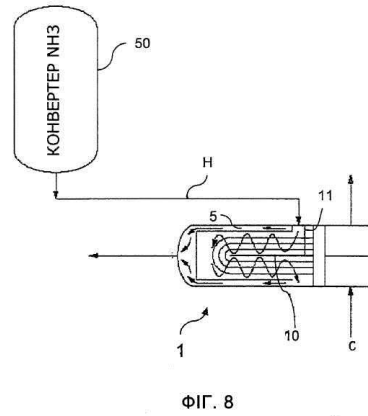
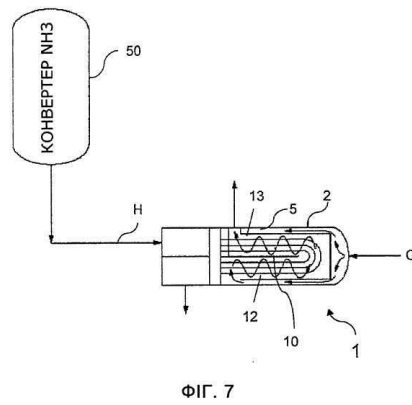
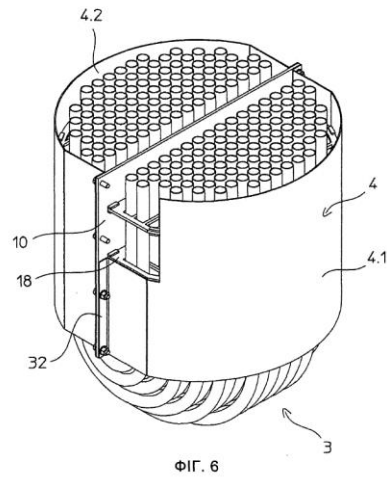
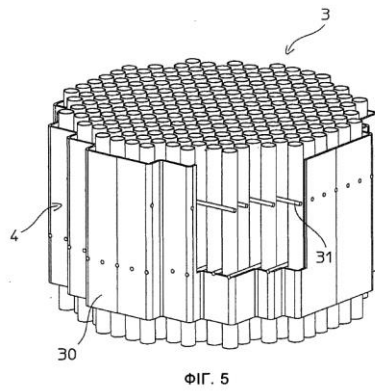
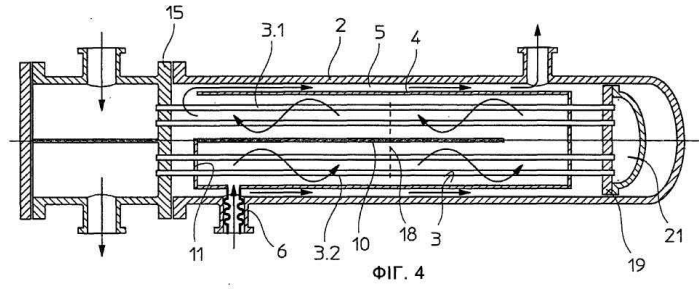
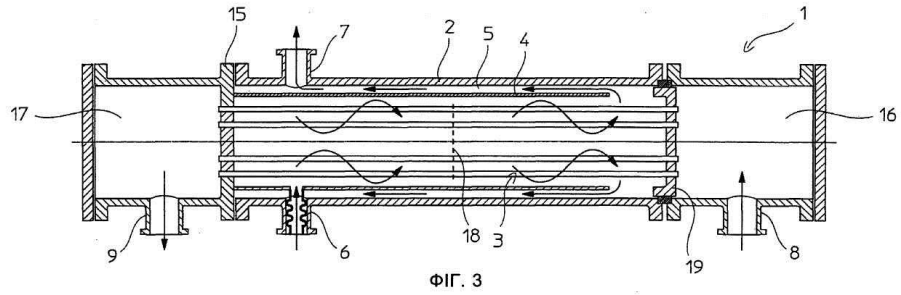
8. Теплообмінник за будь-яким із попередніх пунктів, в якому другий кожух (4) має принаймні одну точку скріплення із трубним пучком (3).

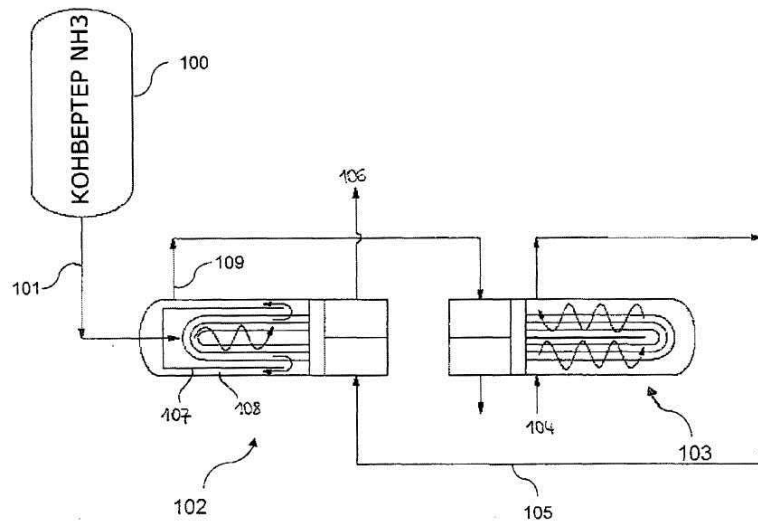
10 9. Теплообмінник за п. 8, в якому точка скріплення вибрана між трубною дошкою (15) або принаймні однією перегородкою (18) трубного пучка.

10. Теплообмінник за будь-яким із попередніх пунктів, в якому другий кожух (4) має некруглий поперечний переріз, переважно вибраний між: поперечним перерізом у вигляді правильного або неправильного багатокутника; східчастим поперечним перерізом; поперечним перерізом, який містить принаймні один прямолінійний бік та принаймні один криволінійний бік, що переважно має форму округленої арки.

15







ФІГ. 9 (ПОПЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ)

Комп'ютерна верстка В. Мацело

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

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