



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **128277** (13) **C2**
(51) МПК (2024.01)
F28D 9/00
F28F 3/04 (2006.01)
F28F 3/08 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2022 02144	(72) Винахідник(и):	Норен Маттіас (SE)
(22) Дата подання заявки:	04.11.2020	(73) Володілець (володільці):	АЛЬФА ЛАВАЛ КОРПОРЕЙТ АБ, P. O. Box 73, SE-221 00 Lund, Sweden (SE)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	23.05.2024	(74) Представник:	Михайлюк Ганна Валентинівна, реєстр. №184
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	19211477.5	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	EP 2886997 A1, 24.06.2015 EP 2741041 A1, 11.06.2014 EP 0014066 A1, 06.08.1980 EP 3225947 A1, 04.10.2017 UA 66835 U, 25.01.2012 UA 9612 U, 17.10.2005
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	26.11.2019		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	EP		
(41) Публікація відомостей про заявку:	31.08.2022, Бюл.№ 35		
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію:	22.05.2024, Бюл.№ 21		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/EP2020/080936, 04.11.2020		

(54) ПЛАСТИНА ДЛЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ

(57) Реферат:

Надана пластина (8) для теплопередачі, призначена для пластинчатого теплообмінника (2). Вона містить ділянку (22) теплопередачі, забезпечену рельєфом для теплопередачі. Рельєф для теплопередачі містить подовжені розташовані по черзі гребені для теплопередачі й западини (36, 38) для теплопередачі, причому відповідна верхня частина (40) гребенів (36) для теплопередачі проходить у верхній площині (Т), і відповідна нижня частина (42) западин (38) для теплопередачі проходить у нижній площині (В). Гребені (36) для теплопередачі містять ділянки (52, 62) контакту гребеня, у межах яких гребені (36) для теплопередачі виконані таким чином, щоб прилягати до суміжної першої пластини (48) для теплопередачі в пластинчатому теплообміннику (2), і западини (38) для теплопередачі містять ділянки (54, 64) контакту западини, у межах яких западини (38) для теплопередачі виконані таким чином, щоб прилягати до суміжної другої пластини (50) для теплопередачі в пластинчатому теплообміннику (2). У межах щонайменше половини ділянки (22) теплопередачі верхні частини (40) гребенів (36) для теплопередачі мають першу ширину w_1 , і нижні частини (42) западин (38) для теплопередачі мають другу ширину w_2 , причому $w_1 \neq w_2$. Пластина (8) для теплопередачі характеризується тим, що верхня частина (40) ряду перших гребенів (36a, 36b) для теплопередачі із гребенів (36) для теплопередачі в межах відповідної першої ділянки (52a, 62b) контакту гребеня з ділянок

UA 128277 C2

(52, 62) контакту гребеня має третю ширину w_3 , при цьому якщо $w_1 > w_2$, то $w_3 < w_1$, а якщо $w_1 < w_2$, то $w_3 > w_1$.

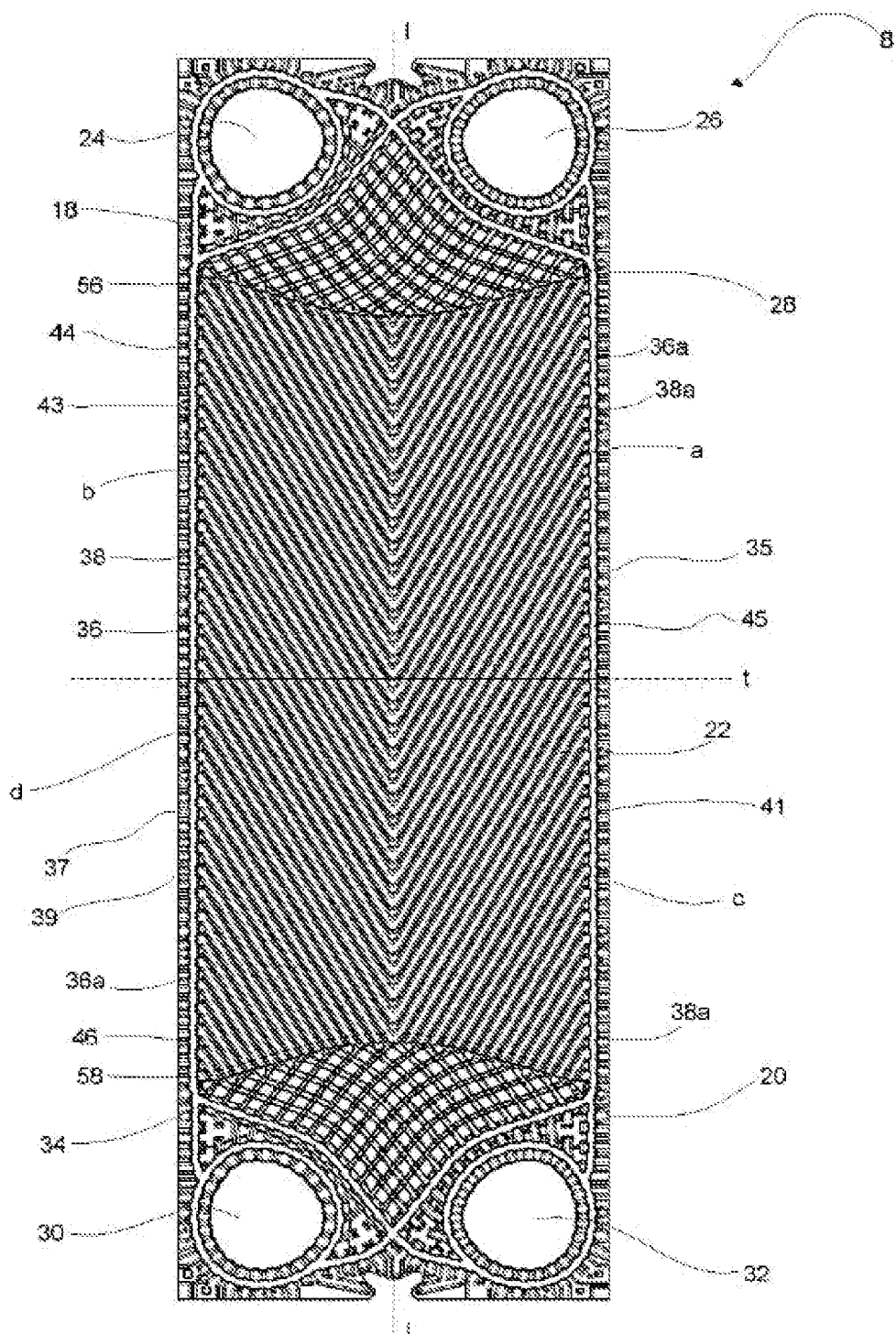


Fig. 3

Галузь техніки

Даний винахід стосується пластини для теплопередачі та її конструкції.

Рівень техніки

Пластинчаті теплообмінники (PHE) можуть зазвичай складатись із двох кінцевих пластин, між якими вирівняним чином розташований ряд пластин для теплопередачі, тобто у вигляді стопки або пакета. Пластини для теплопередачі PHE можуть бути однакового типу або різних типів, і вони можуть бути складені в стопку різним чином. У деяких PHE пластини для теплопередачі складають у стопку таким чином, що передня сторона й задня сторона однієї пластини для теплопередачі звернені до задньої сторони й передньої сторони відповідно інших пластин для теплопередачі, і кожна друга пластина для теплопередачі перевернена догори дригом відносно решти пластин для теплопередачі. Зазвичай це називають "обертанням" пластин для теплопередачі відносно одна одної. В інших PHE пластини для теплопередачі складені в стопку таким чином, що передня сторона й задня сторона однієї пластини для теплопередачі звернені до передньої сторони й задньої сторони відповідно інших пластин для теплопередачі, і кожна друга пластина для теплопередачі перевернена догори дригом відносно решти пластин для теплопередачі. Зазвичай це називають "перевертанням" пластин для теплопередачі відносно одна одної.

В одному типі добре відомих PHE, так званих PHE із прокладками, прокладки розташовані між пластинами для теплопередачі. Кінцеві пластини та, отже, пластини для теплопередачі притискаються одна до одної за допомогою деяких ущільнювальних засобів, завдяки чому прокладки забезпечують ущільнення між пластинами для теплопередачі. Паралельні канали для потоку утворені між пластинами для теплопередачі, один канал між кожною парою суміжних пластин для теплопередачі. Два текучих середовища з початково різними температурами, які подають у PHE через впускні отвори / випускні отвори й із нього, можуть текти поперемінно через кожний другий канал для передачі тепла від одного текучого середовища до іншого, причому ці текучі середовища поступають у канали через впускний/випускний прохідні отвори в пластинах для теплопередачі, сполучені із впускними отворами / випускними отворами PHE, і виходять із них.

Зазвичай пластина для теплопередачі містить дві кінцеві частини й проміжну частину для теплопередачі. Кінцеві частини містять впускний і випускний прохідні отвори й ділянки розподілу, сформовані з рельєфом для розподілу із гребенів і западин. Подібним чином, частина для теплопередачі містить ділянку теплопередачі, сформовану з рельєфом для теплопередачі із гребенів і западин. Гребені й западини рельєфів для розподілу й теплопередачі пластини для теплопередачі розташовані таким чином, щоб контактувати в ділянках контакту із гребенями й западинами рельєфів для розподілу й теплопередачі суміжних пластин для теплопередачі в пластинчатому теплообміннику. Основним завданням ділянок розподілу пластин для теплопередачі є розповсюдження текучого середовища, яке поступає в канал, по ширині пластин для теплопередачі до того, як текуче середовище досягне ділянок теплопередачі, і збір текучого середовища, і спрямування його з каналу після проходження ним ділянок теплопередачі. Навпаки, основним завданням ділянки теплопередачі є теплопередача.

Оскільки ділянки розподілу й ділянка теплопередачі мають різні основні завдання, рельєф для розподілу зазвичай відрізняється від рельєфу для теплопередачі. Рельєф для розподілу може бути таким, що він забезпечує відносно слабкий опір потоку й незначне падіння тиску, що зазвичай пов'язано з більш "відкритою" конструкцією рельєфу, внаслідок чого так званий рельєф у формі шоколадної плитки має відносно мало, але великого розміру, ділянок контакту між суміжними пластинами для теплопередачі. Рельєф для теплопередачі може бути таким, що він має відносно високий опір потоку й високе падіння тиску, що зазвичай пов'язано з більш "щільною" конструкцією рельєфу, внаслідок чого так званий рельєф "в ялинку" має більше, але меншого розміру, ділянок контакту між суміжними пластинами для теплопередачі.

У деяких застосуваннях потоки двох текучих середовищ, які підлягають подаванню через PHE, є різними, та/або фізичні характеристики двох текучих середовищ є різними, які для оптимальної теплопередачі можуть потребувати, щоб канали для прийому одного з текучих середовищ мали характеристики, які відрізняються від каналів для прийому іншого з текучих середовищ. В інших застосуваннях переважно мати схожі характеристики для всіх каналів. У продажу доступні пластини для теплопередачі, забезпечені так званими асиметричними рельєфами для теплопередачі, які, в залежності від того, як вони складені в стопку відносно один одного, можуть забезпечувати різні типи каналів. На кожній із фіг. 1a та 1b зображені чотири пластини 1 для теплопередачі, які містять рельєф для теплопередачі, який є асиметричним тому, що гребені 3 ширші, ніж западини 5. На фіг. 1a пластини 1 для теплопередачі "перевернуті" відносно одна одної так, що гребені 3 пластин 1 для теплопередачі

прилягають один до одного в ділянках контакту, тоді як западини 5 пластин 1 для теплопередачі прилягають одна до одної в ділянках контакту. Як видно з фіг. 1a, таке "перевертання" пластини створює канали з різними характеристиками, зокрема з різними об'ємами. На фіг. 1b пластини 1 для теплопередачі "обернені" відносно одна одної так, що гребені 3 та западини 5 однієї пластини для теплопередачі прилягають у ділянках контакту до западин 5 і гребенів 3 відповідно суміжних пластин 1 для теплопередачі. Як видно з фіг. 1b, таке "обертання" пластини створює канали зі схожими характеристиками, зокрема зі схожими об'ємами.

Навіть якщо пластини 1 для теплопередачі, зображені на фіг. 1a та 1b, можна використовувати для, прямим чином, створення різних типів каналів у залежності від того, як пластини орієнтовані відносно одна одної, може виникнути деформація пластини в ділянках контакту, особливо у випадку обертання, зображеному на фіг. 1b, де вужчі западини 5 прилягають до ширших гребенів 3. Під час стискання пакета пластин, що містить пластини 1 для теплопередачі за фіг. 1b, западини 5 можуть "врізатись" і деформувати гребені 3. Це надмірно обмежує дію тиску пластин для теплопередачі.

У документі EP2886997 розкрита пластина для теплопередачі, що містить частину у вигляді кромки, яка гофрована так, що містить розташовані по черзі гребені й западини, які звужені в напрямку до кромки пластини для теплопередачі.

У документі EP2741041 розкрита пластина для теплопередачі, що містить, у своїй частині, яка утворює теплообмінний прохід, гофровану центральну частину, що містить сукупність верхніх частин і сукупність нижніх частин, забезпечених по черзі. Пластина для теплопередачі також містить гофровану кінцеву частину, з'єднану з гофрованою центральною частиною. Верхні частини гофрованої центральної частини мають більшу ширину, ніж верхні частини гофрованої кінцевої частини.

У документі EP0014066 розкрита пластина для теплопередачі, забезпечена гофром, який визначає гребені й канавки, ширина та/або глибина яких змінюються в напрямку, поперечному напрямку потоку.

Суть винаходу

Метою даного винаходу є забезпечення пластини для теплопередачі, яка щонайменше частково вирішує розглянуту вище проблему попереднього рівня техніки. Основною концепцією даного винаходу є локальна зміна рельєфу для теплопередачі пластини для теплопередачі, що може зменшити різницю між шириною нижніх частин западин і шириною верхніх частин гребенів. Пластина для теплопередачі, яку також називають у даному документі як просто "пластина", для досягнення зазначеної вище мети визначена в прикладеній формулі винаходу й розглянута нижче.

Пластина для теплопередачі згідно з даним винаходом розташована так, щоб міститися в пластинчатому теплообміннику. Вона містить першу ділянку розподілу, ділянку теплопередачі й другу ділянку розподілу, розташовані послідовно вздовж поздовжньої центральної осі пластини для теплопередачі. Поздовжня центральна вісь проходить перпендикулярно поперечній центральній осі пластини для теплопередачі. Ділянка теплопередачі забезпечена рельєфом для теплопередачі, який відрізняється від рельєфу в межах першої й другої ділянок розподілу. Перша ділянка розподілу примикає до ділянки теплопередачі вздовж верхньої граничної лінії. Подібним чином друга ділянка розподілу примикає до ділянки теплопередачі вздовж нижньої граничної лінії. Рельєф для теплопередачі містить подовжені розташовані по черзі гребені для теплопередачі й западини для теплопередачі. Гребені для теплопередачі й западини для теплопередачі проходять похило відносно поперечної центральної осі пластини для теплопередачі. Відповідна верхня частина гребенів для теплопередачі проходить у верхній площині, а відповідна нижня частина западин для теплопередачі проходить у нижній площині. Верхня й нижня площини є паралельними одна одній. Центральна площина, що проходить посередині між верхньою й нижньою площинами та паралельно їм, визначає границю між гребенями для теплопередачі й западинами для теплопередачі. Гребені для теплопередачі містять ділянки контакту гребеня, у межах яких гребені для теплопередачі виконані таким чином, щоб прилягати до суміжної першої пластини для теплопередачі в пластинчатому теплообміннику. Подібним чином западини для теплопередачі містять ділянки контакту западини, у межах яких западини для теплопередачі виконані таким чином, щоб прилягати до суміжної другої пластини для теплопередачі в пластинчатому теплообміннику. У межах щонайменше половини ділянки теплопередачі верхні частини гребенів для теплопередачі мають першу ширину w_1 , а нижні частини западин для теплопередачі мають другу ширину w_2 . Ширина верхньої й нижньої частин виміряна перпендикулярно поздовжній протяжності гребенів для теплопередачі й западин для теплопередачі, і $w_1 \neq w_2$. Пластина для теплопередачі характеризується тим, що верхня частина ряду перших гребенів для теплопередачі із гребенів

для теплопередачі в межах відповідної першої ділянки контакту гребеня з ділянок контакту гребеня має третю ширину w_3 . Якщо $w_1 > w_2$, то $w_3 < w_1$, а якщо $w_1 < w_2$, то $w_3 > w_1$.

Гребені для теплопередачі виступають догори з центральної площини, а западини для теплопередачі спускаються донизу з центральної площини, коли пластина лежить із конкретною еталонною орієнтацією на пласкій поверхні. Звісно, коли пластину використовують у пластинчатому теплообміннику, гребені для теплопередачі не повинні виступати догори, а замість цього можуть, наприклад, указувати донизу або вбік. Подібним чином, коли пластину використовують у пластинчатому теплообміннику, западини для теплопередачі не повинні спускатися донизу, а замість цього можуть, наприклад, указувати догори або вбік. Звичайно, гребені й западини для теплопередачі, коли на пластину дивляться з однієї сторони, є западинами й гребенями для теплопередачі, відповідно, коли на пластину дивляться із протилежної сторони. Відповідне міркування є дійсним для верхньої й нижньої граничних ліній. Нижня гранична лінія може бути розташована над верхньою граничною лінією в залежності від орієнтації пластини для теплопередачі.

Верхня, нижня й центральна площини є уявними.

Верхня частина гребеня для теплопередачі є частиною гребеня для теплопередачі, що проходить у верхній площині. Подібним чином нижня частина западини для теплопередачі є частиною западини для теплопередачі, що проходить у нижній площині.

Кількість перших гребенів для теплопередачі й кількість перших ділянок контакту гребеня на кожний перший гребінь для теплопередачі можуть становити один або більше.

Пластина для теплопередачі може бути або не бути того ж типу, що й одна або обидві з першої й другої пластин для теплопередачі.

У даному документі, якщо мова йде про ширини верхніх і нижніх частин, то посилання робиться на ширини завершених верхніх і нижніх частин, якщо не сказано нічого іншого. Наприклад, на кінцях гребенів для теплопередачі й западин для теплопередачі верхні й нижні частини можуть бути скошені й незавершені, якщо гребені для теплопередачі й западини для теплопередачі проходять похило відносно поздовжньої центральної осі пластини для теплопередачі, як зазвичай і відбувається.

У тому, що верхні частини гребенів для теплопередачі мають ширину, яка відрізняється від ширини нижніх частин западин для теплопередачі в межах щонайменше половини ділянки теплопередачі, пластина для теплопередачі асиметрична відносно центральної площини в межах щонайменше половини ділянки теплопередачі. У межах перших ділянок контакту гребеня перших гребенів для теплопередачі ширину верхньої частини збільшують або зменшують для наближення, або навіть прирівнювання, до ширини нижньої частини западин для теплопередачі в межах указаної щонайменше половини ділянки теплопередачі. Таким чином, коли пластину для теплопередачі приводять у прилягання до іншої пластини для теплопередачі згідно з даним винаходом, ділянки контакту двох пластин для теплопередачі можуть локально бути скоріше однакового розміру, ніж у випадку без локальної зміни ширини верхньої частини в межах перших ділянок контакту гребеня. Отже, може бути зменшено ризик "врізання" однієї із пластин для теплопередачі в іншу одну із пластин для теплопередачі.

Гребені для теплопередачі й западини для теплопередачі можуть бути прямими. Крім того, гребені для теплопередачі й западини для теплопередачі можуть утворювати V-подібні гофри. Вершини цих V-подібних гофрів можуть бути розташовані вздовж поздовжньої центральної осі пластини для теплопередачі.

Перша й друга ширини w_1 та w_2 можуть бути постійними.

Пластина для теплопередачі може додатково містити частину у вигляді зовнішньої кромки, що охоплює першу й другу ділянки розподілу та ділянку теплопередачі. Частина у вигляді зовнішньої кромки може містити гофри, що проходять між верхньою й нижньою площинами та в них самих. Завершена частина у вигляді зовнішньої кромки або тільки одна або більше її частин можуть містити гофри. Гофри можуть бути рівномірно або нерівномірно розподілені вздовж частини у вигляді кромки, і вони можуть або не можуть усі виглядати однаково. Гофри можуть визначати гребені й западини, які можуть забезпечувати хвилеподібну конструкцію частини у вигляді кромки.

Пластина для теплопередачі може додатково містити канавку для прокладки, виконану з можливістю розміщення прокладки. Уздовж двох протилежних довгих сторін ділянки теплопередачі канавка для прокладки може граничити з ділянкою теплопередачі або обмежувати її й проходити між ділянкою теплопередачі й частиною у вигляді зовнішньої кромки.

Пластина для теплопередачі може бути такою, що $w_3 \geq w_2$, якщо $w_1 > w_2$, що означає, що ширина верхньої частини в межах перших ділянок контакту гребеня зменшена, але залишена не меншою за ширину нижньої частини в межах указаної щонайменше половини ділянки

теплопередачі. І навпаки, пластина для теплопередачі може бути такою, що $w_3 \leq w_2$, якщо $w_1 < w_2$, що означає, що ширина верхньої частини в межах перших ділянок контакту гребеня збільшена, але залишена не більшою за ширину нижньої частини в межах указаної щонайменше половини ділянки теплопередачі. Якщо $w_3 = w_2$, то ширина верхньої частини в межах перших ділянок контакту гребеня збільшена або зменшена з метою прирівнювання до ширини нижньої частини западин для теплопередачі в межах указаної щонайменше половини ділянки теплопередачі. Коли пластину для теплопередачі приводять у прилягання до іншої пластины для теплопередачі згідно з даним винаходом, це може мінімізувати ризик "врізання" однієї із пластин для теплопередачі в іншу одну із пластин для теплопередачі.

Пластина для теплопередачі може бути такою, що, з посиланням на поперечний переріз і перпендикулярно поздовжній протяжності гребенів для теплопередачі й западин для теплопередачі, перші гребені для теплопередачі в межах перших ділянок контакту гребеня й западини для теплопередачі в межах указаної щонайменше половини ділянки теплопередачі симетричні відносно вказаної центральної площини. Цей варіант здійснення може зробити загалом асиметричну пластину для теплопередачі локально симетричною. У свою чергу, коли пластину для теплопередачі приводять у прилягання до іншої пластины для теплопередачі згідно з даним винаходом, це може мінімізувати ризик деформації пластинами для теплопередачі одна одної.

Пластина для теплопередачі може бути виконана так, що $w_1 > w_2$, тобто так, що верхні частини гребенів для теплопередачі ширші за нижні частини западин для теплопередачі в межах щонайменше половини ділянки теплопередачі. Крім того, нижня частина ряду перших западин для теплопередачі із западин для теплопередачі може в межах відповідної першої ділянки контакту западини з ділянок контакту западини мати четверту ширину w_4 , при цьому $w_2 < w_4$. Таким чином, ширину верхньої частини зменшують у межах перших ділянок контакту гребеня перших гребенів для теплопередачі, тоді як ширину нижньої частини збільшують у межах перших ділянок контакту западини перших западин для теплопередачі. Це може забезпечити менші різниці ширини верхніх частин гребенів для теплопередачі, порівняно з тим, якщо тільки ширина верхньої частини локально змінена, що може підвищити міцність пластины для теплопередачі й полегшити виготовлення пластины для теплопередачі.

Кількість перших западин для теплопередачі й кількість перших ділянок контакту западини на кожну першу западину для теплопередачі можуть становити одну або більше.

Якщо $w_1 > w_2$, то пластина для теплопередачі може бути такою, що $w_4 \leq w_3$, що означає, що ширину верхньої частини залишають не меншою за ширину нижньої частини в межах завершеної ділянки теплопередачі. Якщо $w_4 = w_3$, то ширина верхньої частини в межах перших ділянок контакту гребеня перших гребенів для теплопередачі дорівнює ширині нижньої частини в межах перших ділянок контакту западин перших западин для теплопередачі. Коли пластину для теплопередачі приводять у прилягання до іншої пластины для теплопередачі згідно з даним винаходом, це може мінімізувати ризик "врізання" однієї із пластин для теплопередачі в іншу одну із пластин для теплопередачі.

З посиланням на поперечний переріз і перпендикулярно поздовжній протяжності гребенів для теплопередачі й западин для теплопередачі, перші гребені для теплопередачі в межах перших ділянок контакту гребеня й перші западини для теплопередачі в межах перших ділянок контакту западини можуть бути симетричні відносно вказаної центральної площини. Цей варіант здійснення може зробити загалом асиметричну пластину для теплопередачі локально симетричною. У свою чергу, коли пластину для теплопередачі приводять у прилягання до іншої пластины для теплопередачі згідно з даним винаходом, це може мінімізувати ризик деформації пластинами для теплопередачі одна одної.

Відповідно до попередніх розглядів перша й друга ділянки розподілу зазвичай забезпечені рельєфом, що має мало, але великого розміру, ділянок контакту між суміжними пластинами для теплопередачі, тоді як ділянка теплопередачі зазвичай забезпечена рельєфом, що має більше, але малого розміру, ділянок контакту між суміжними пластинами для теплопередачі. Таким чином, відстань між суміжними ділянками контакту в межах першої й другої ділянок розподілу може, як правило, бути більшою за відстань між суміжними ділянками контакту в межах ділянки теплопередачі. Пакет із вирівняних пластин для теплопередачі, як правило, є слабкішим там, де відстань між суміжними ділянками контакту є відносно великою. Крім того, у місцях переходу між ділянками розподілу й теплопередачі, тобто в місцях зміни рельєфу пластин, ділянки контакту зазвичай дещо розкидані, що може негативно позначитися на міцності пакета пластин для теплопередачі в місцях переходу. Там, де пакет пластин є менш міцним, він більш схильний до деформації, яка може призвести до неправильної роботи пластинчатого теплообмінника.

Відповідно, оскільки пластина для теплопередачі може бути найбільш схильною до

деформації поряд із першою й другою ділянками розподілу, кожна з перших западин для теплопередачі може проходити від однієї з указаних верхньої й нижньої граничних ліній.

Аналогічно, для кожної з перших западин для теплопередачі перша ділянка контакту западини може бути ділянкою контакту западини, розташованою найближче до вказаної однієї з указаних верхньої й нижньої граничних ліній, оскільки тут із найбільшою ймовірністю виникне деформація пластини. Звичайно, якщо перша западина для теплопередачі містить тільки одну ділянку контакту западини, то саме на неї в цьому контексті роблять посилання.

Відповідно до наведеного вище перші ділянки контакту западини можуть міститись у відповідній кінцевій частині перших западин для теплопередачі, причому ця кінцева частина проходить від вказаної однієї з указаних верхньої й нижньої граничних ліній і має постійну ширину в межах нижньої частини. Такий варіант здійснення може полегшити конструювання й виготовлення пластини для теплопередачі.

Пластина для теплопередачі може бути сконструйована так, що абсолютне положення, відносно поздовжньої й поперечної центральних осей пластини для теплопередачі, відповідної однієї з перших ділянок контакту гребеня, розташованих у межах верхньої правої чверті, верхньої лівої чверті, нижньої правої чверті й нижньої лівої чверті відповідно пластини для теплопередачі, щонайменше частково знаходиться в перекритті з абсолютним положенням, відносно поздовжньої й поперечної центральних осей пластини для теплопередачі, відповідної однієї з перших ділянок контакту западини, розташованих у межах нижньої лівої чверті, нижньої правої чверті, верхньої лівої чверті й верхньої правої чверті відповідно пластини для теплопередачі. Поздовжня й поперечна центральні осі розділяють пластину для теплопередачі на чотири чверті. "Верхній правий", "нижній лівий" тощо є ознаками, які використовуються тільки для визначення чвертей пластини для теплопередачі при розташуванні в конкретному еталонному напрямку й не утворюють обмежень відносно орієнтації пластини для теплопередачі при розташуванні в пластинчатому теплообміннику. Абсолютне положення означає положення на певній відстані від поздовжньої й поперечної осей у будь-якому напрямку від осей, тобто на будь-якій зі сторін від осей. Коли пластину для теплопередачі згідно з даним варіантом здійснення приводять у прилягання до іншої "оберненої" пластини для теплопередачі, що лежить вище, згідно з даним варіантом здійснення, вказана відповідна одна з перших ділянок контакту гребеня, розташованих у межах верхньої правої чверті, верхньої лівої чверті, нижньої правої чверті й нижньої лівої чверті відповідно пластини для теплопередачі, може прилягати до відповідної однієї з перших ділянок контакту западини, розташованих у межах нижньої лівої чверті, нижньої правої чверті, верхньої лівої чверті й верхньої правої чверті відповідно пластини для теплопередачі, що лежить вище. Подібним чином, коли пластину для теплопередачі згідно з даним варіантом здійснення приводять у прилягання до іншої "оберненої" пластини для теплопередачі, що лежить нижче, згідно з даним варіантом здійснення, вказана відповідна одна з перших ділянок контакту западини, розташованих у межах верхньої правої чверті, верхньої лівої чверті, нижньої правої чверті й нижньої лівої чверті відповідно пластини для теплопередачі, може прилягати до відповідної однієї з перших ділянок контакту гребеня, розташованих у межах нижньої лівої чверті, нижньої правої чверті, верхньої лівої чверті й верхньої правої чверті відповідно пластини для теплопередачі, що лежить нижче.

Пластина для теплопередачі може бути сконструйована так, що віддзеркалення, по поперечній центральній осі пластини для теплопередачі, положення однієї з перших ділянок контакту западини, розташованих у межах верхньої половини пластини для теплопередачі, щонайменше частково знаходиться в перекритті з положенням однієї з перших ділянок контакту западини, розташованих у межах нижньої половини пластини для теплопередачі. Коли пластину для теплопередачі згідно з даним варіантом здійснення приводять у прилягання до іншої "перевернутої" пластини для теплопередачі, що лежить нижче, згідно з даним варіантом здійснення, вказана одна з перших ділянок контакту западини, розташованих у межах верхньої половини пластини для теплопередачі, може прилягати до однієї з перших ділянок контакту западини, розташованих у межах нижньої половини пластини для теплопередачі, що лежить нижче. Крім того, вказана одна з перших ділянок контакту западини, розташованих у межах нижньої половини пластини для теплопередачі, може прилягати до однієї з перших ділянок контакту западини, розташованих у межах верхньої половини пластини для теплопередачі, що лежить нижче.

Аналогічно, пластина для теплопередачі може бути сконструйована так, що віддзеркалення, по поперечній центральній осі пластини для теплопередачі, положення однієї з перших ділянок контакту гребеня, розташованих у межах верхньої половини пластини для теплопередачі, щонайменше частково знаходиться в перекритті з положенням однієї з перших ділянок контакту

гребеня, розташованих у межах нижньої половини пластини для теплопередачі. Коли пластину для теплопередачі згідно з даним варіантом здійснення приводять у прилягання до іншої "перевернутої" пластини для теплопередачі, що лежить вище, згідно з даним варіантом здійснення, указана одна з перших ділянок контакту гребеня, розташованих у межах верхньої половини пластини для теплопередачі, може прилягати до однієї з перших ділянок контакту гребеня, розташованих у межах нижньої половини пластини для теплопередачі, що лежить вище. Крім того, указана одна з перших ділянок контакту гребеня, розташованих у межах нижньої половини пластини для теплопередачі, може прилягати до однієї з перших ділянок контакту гребеня, розташованих у межах верхньої половини пластини для теплопередачі, що лежить вище.

Як було розглянуто вище, оскільки пластина для теплопередачі може бути найбільш схильною до деформації поряд із першою й другою ділянками розподілу, кожний із перших гребенів для теплопередачі може проходити від однієї з указаних верхньої й нижньої граничних ліній.

Аналогічно, для кожного з перших гребенів для теплопередачі перша ділянка контакту гребеня може бути ділянкою контакту гребеня, розташованою найближче до вказаної однієї з указаних верхньої й нижньої граничних ліній, оскільки тут із найбільшою ймовірністю виникне деформація пластини. Звичайно, якщо перший гребінь для теплопередачі містить тільки одну ділянку контакту гребеня, то саме на неї в цьому контексті роблять посилання.

Відповідно до наведеного вище перші ділянки контакту гребеня можуть міститись у відповідній кінцевій частині перших гребенів для теплопередачі, причому ця кінцева частина проходить від вказаної однієї з указаних верхньої й нижньої граничних ліній і має постійну ширину в межах верхньої частини. Такий варіант здійснення може полегшити конструювання й виготовлення пластини для теплопередачі.

Верхня й нижня граничні лінії можуть бути непрямыми, тобто проходити неперпендикулярно поздовжній центральній осі. Таким чином, міцність на вигин пластини для теплопередачі може бути збільшена порівняно з тим, якщо верхня й нижня граничні лінії натомість були б прямими, у випадку чого верхня й нижня граничні лінії можуть служити лініями згинання пластини для теплопередачі.

Верхня й нижня граничні лінії можуть бути криволінійними, або арочними, або опуклими, щоб виступати назовні в напрямку ділянки теплопередачі. Такі вигнуті верхня й нижня граничні лінії довші, ніж відповідні прямі верхня й нижня граничні лінії, що призводить до більшого "випускного отвору" і більшого "впускного отвору" ділянок розподілу. У свою чергу, це сприяє розподілу текучого середовища по ширині пластини для теплопередачі й збору текучого середовища, що пройшло ділянку теплопередачі. Таким чином, ділянки розподілу можуть бути виконані меншими за підтримуваної ефективності розподілу й збирання.

Слід підкреслити, що переваги більшості, якщо не всіх, розглянутих вище ознак пластини для теплопередачі згідно з даним винаходом з'являються, коли пластина для теплопередачі комбінується з іншими придатним чином виконаними пластинами для теплопередачі в пакеті пластин.

Також інші цілі, ознаки, аспекти й переваги даного винаходу виходять із наступного докладного опису, а також із графічних матеріалів.

Стислий опис графічних матеріалів

Даний винахід далі буде описаний більш докладно з посиланням на прикладені схематичні графічні матеріали, на яких:

на фіг. 1a схематично зображені канали, утворені між пластинами для теплопередачі попереднього рівня техніки, коли вони складені в стопку першим чином;

на фіг. 1b схематично зображені канали, утворені між пластинами для теплопередачі за фіг. 1a, коли вони складені в стопку другим чином;

на фіг. 2 представлений схематичний вид збоку пластинчатого теплообмінника;

на фіг. 3 представлений схематичний вид у плані пластини для теплопередачі згідно з даним винаходом;

на фіг. 4 схематично зображений загальний поперечний переріз рельєфу для теплопередачі пластини для теплопередачі за фіг. 3;

на фіг. 5 схематично зображений локальний поперечний переріз рельєфу для теплопередачі пластини для теплопередачі за фіг. 3;

на фіг. 6a схематично зображені канали, утворені між пластинами для теплопередачі згідно з даним винаходом у межах більшої частини ділянки теплопередачі, коли вони складені в стопку першим чином;

на фіг. 6b схематично зображені канали, утворені між пластинами для теплопередачі згідно

з даним винаходом у межах меншої частини ділянки теплопередачі, коли вони складені в стопку першим чином;

на фіг. 7a схематично зображені канали, утворені між пластинами для теплопередачі згідно з даним винаходом у межах більшої частини ділянки теплопередачі, коли вони складені в стопку другим чином;

на фіг. 7b схематично зображені канали, утворені між пластинами для теплопередачі згідно з даним винаходом у межах меншої частини ділянки теплопередачі, коли вони складені в стопку другим чином;

на фіг. 8 схематично зображені місця ділянок контакту гребеня й западини, коли пластина для теплопередачі за фіг. 3 розташована між двома іншими пластинами для теплопередачі згідно з фіг. 3 в пакеті пластин; і

на фіг. 9 схематично зображені місця перших ділянок контакту гребеня й западини пластини для теплопередачі за фіг. 3.

Докладний опис

З посиланням на фіг. 2 показаний пластинчатий теплообмінник 2 із прокладками. Він містить першу кінцеву пластину 4, другу кінцеву пластину 6 та ряд пластин для теплопередачі, одна з яких позначена 8, розташована в пакеті 10 пластин між першою й другою кінцевими пластинами 4 та 6 відповідно. Усі пластины для теплопередачі належать до одного типу та "обернені" відносно одна одної.

Пластины для теплопередачі відокремлені одна від одної прокладками (не показані). Пластины для теплопередачі разом із прокладками утворюють паралельні канали, виконані з можливістю по черзі приймати два текучих середовища або речовини для передачі тепла з одного текучого середовища або речовини в інше. З цією метою перше текуче середовище пристосоване так, щоб текти в кожний другий канал, а друге текуче середовище пристосоване так, щоб текти в канали, що залишились. Перше текуче середовище поступає в пластинчатий теплообмінник 2 та виходить із нього через впускний отвір 12 і випускний отвір 14 відповідно. Подібним чином друге текуче середовище поступає в пластинчатий теплообмінник 2 та виходить із нього через впускний отвір і випускний отвір (не видно на фігурах) відповідно. Для забезпечення водонепроникності каналів пластини для теплопередачі необхідно притиснути одну до одної, завдяки чому прокладки забезпечують ущільнення між пластинами для теплопередачі. З цією метою пластинчатий теплообмінник 2 містить ряд ущільнювальних засобів 16, виконаних із можливістю притискання одна до одної першої й другої кінцевих пластин 4 та 6 відповідно.

Конструкція й функція пластинчатих теплообмінників із прокладками добре відомі й не будуть докладно описані в даному документі.

Пластина 8 для теплопередачі далі буде додатково описана з посиланням на фіг. 3, 4 та 5, на яких зображена завершена пластина для теплопередачі й поперечні перерізи пластини для теплопередачі. Пластина 8 для теплопередачі є по суті прямокутним листом нержавіючої сталі, сформованим традиційним чином у пресовому інструменті для отримання бажаної структури. Вона визначає верхню площину Т, нижню площину В та центральну площину С (див. також фіг. 2), які є паралельними одна одній і площині фігури за фіг. 3. Центральна площина С проходить посередині між верхньою й нижньою площинами Т та В відповідно. Крім того, пластина для теплопередачі має поздовжню центральну вісь l та поперечну центральну вісь t, що розділяють пластину 8 для теплопередачі на верхні праву й ліву чверті a та b і нижні праву й ліву чверті c та d.

Пластина 8 для теплопередачі містить першу кінцеву ділянку 18, другу кінцеву ділянку 20 та ділянку 22 теплопередачі, розташовану між ними. У свою чергу, перша кінцева ділянка 18 містить впускний прохідний отвір 24 для першого текучого середовища й випускний прохідний отвір 26 для другого текучого середовища, виконані для сполучення із впускним отвором 12 для першого текучого середовища й випускним отвором для другого текучого середовища відповідно пластинчатого теплообмінника 2. Крім того, перша кінцева ділянка 18 містить першу ділянку 28 розподілу, забезпечену рельєфом для розподілу у формі так званого рельєфу у формі шоколадної плитки. Подібним чином, у свою чергу, друга кінцева ділянка 20 містить випускний прохідний отвір 30 для першого текучого середовища й впускний прохідний отвір 32 для другого текучого середовища, виконані для сполучення з випускним отвором 14 першого текучого середовища й впускним отвором другого текучого середовища відповідно пластинчатого теплообмінника 2. Крім того, друга кінцева ділянка 20 містить другу ділянку 34 розподілу, забезпечену рельєфом для розподілу у формі так званого рельєфу у формі шоколадної плитки. Структури першої й другої кінцевих ділянок однакові, але дзеркально перевернуті відносно поперечної центральної осі t.

Пластина 8 для теплопередачі додатково містить частину 35 у вигляді зовнішньої кромки, що проходить навколо першої й другої кінцевих ділянок 18 і 20 відповідно й ділянки 22 теплопередачі. Частина 35 у вигляді зовнішньої кромки містить гофри, що проходять між верхньою й нижньою площинами Т та В й у них із визначенням кромкових гребенів 37 і кромкових западин 39. Пластина 8 для теплопередачі додатково містить канавку 41 для прокладки, виконану з можливістю розміщення прокладки. Уздовж двох протилежних довгих сторін 43 та 45 ділянки 22 теплопередачі канавка 41 для прокладки граничить із ділянкою 22 теплопередачі або обмежує її й проходить між ділянкою 22 теплопередачі й частиною 35 у вигляді зовнішньої кромки. Конструкція канавок для прокладки пластинчатих теплообмінників із прокладками добре відома й не буде докладно описана в даному документі.

Ділянка 22 теплопередачі забезпечена рельєфом для теплопередачі у формі так званого рельєфу "в ялинку". Вона містить розташовані по черзі прямі подовжені гребені 36 для теплопередачі й западини 38 для теплопередачі, які далі також будуть називатись просто гребенями й западинами, відносно центральної площини С, яка визначає перехід між гребенями й западинами. Гребені й западини 36 і 38 проходять похило відносно поперечної центральної осі t та утворюють V-подібні гофри, вершини яких розташовані вздовж поздовжньої центральної осі l пластини 8 для теплопередачі. З посиланням на фіг. 4 та 5 відповідно верхня частина 40 гребенів 36 проходить у верхній площині Т, тоді як відповідна нижня частина 42 западин 38 проходить у нижній площині В. Ділянка 22 теплопередачі примикає до першої й другої ділянок 28 і 34 розподілу відповідно вздовж верхньої й нижньої граничних ліній 44 та 46 відповідно (фіг. 3).

Як буде додатково розглянуто нижче, у пластинчатому теплообміннику 2 пластина 8 для теплопередачі виконана з можливістю розташування між першою пластиною 48 для теплопередачі й другою пластиною 50 для теплопередачі, як зображено на фіг. 6a та 6b. При такому виконанні гофрована частина 35 у вигляді зовнішньої кромки пластини 8 для теплопередачі прилягатиме до гофрованих частин у вигляді зовнішніх кромок пластин 48 і 50 для теплопередачі. Крім того, рельєф для теплопередачі пластини 8 для теплопередачі перетне рельєфи для теплопередачі пластин 48 і 50 для теплопередачі, як зображено схематично для верхньої лівої частини ділянки 22 теплопередачі пластини 8 для теплопередачі на фіг. 8. Зокрема, оскільки пластини "обернені" відносно одна одної, гребені 36 (зображені товщими суцільними лініями) пластини 8 для теплопередачі в ділянках 52 контакту гребеня (деякі з яких зображені колами, накресленими товщими лініями) перетинатимуть і прилягатимуть до западин (зображених тоншими пунктирними лініями) першої пластини 48 для теплопередачі. Крім того, западини 38 (зображені тонщими суцільними лініями) пластини 8 для теплопередачі в ділянках 54 контакту западини (деякі з яких зображені колами, накресленими тоншими лініями) перетинатимуть і прилягатимуть до гребенів (зображених товщими пунктирними лініями) другої пластини 50 для теплопередачі.

Усі гребені й западини 36 і 38, крім гребенів і западин, що проходять від верхньої й нижньої граничних ліній 44 та 46, мають по суті постійні поперечні перерізи вздовж своїх довжин, причому ці поперечні перерізи зображені на фіг. 4. У цих поперечних перерізах верхні частини 40 гребенів 36 мають першу ширину w_1 , тоді як нижні частини 42 западин 38 мають другу ширину w_2 , причому ширина верхньої й нижньої частин 40 і 42 виміряна перпендикулярно поздовжній протяжності гребенів і западин 36 і 38. w_1 більша, ніж w_2 , що означає, що верхні частини 40 ширші, ніж нижні частини 42.

Гребені 36 для теплопередачі й западини 38 для теплопередачі, що проходять від верхньої й нижньої граничних ліній 44 та 46, мають поперечні перерізи, що змінюються по своїм довжинам. Гребені й западини 36 і 38, що проходять від верхньої й нижньої граничних ліній 44 та 46, мають поперечні перерізи, зображені на фіг. 5, у межах верхньої й нижньої смуг 56 і 58 відповідно ділянки 22 теплопередачі (фіг. 3), тобто в межах відповідної кінцевої частини 36" і 38", що проходить від верхньої й нижньої граничних ліній 44 та 46 (як зображено на фіг. 8 для верхньої граничної лінії 44). Верхня смуга 56 проходить уздовж і безпосередньо суміжно з верхньою граничною лінією 44 з рівномірною шириною, тоді як нижня смуга 58 проходить уздовж і безпосередньо суміжно з нижньою граничною лінією 46 із тією ж рівномірною шириною, як зображено для верхньої смуги 56 пунктирною лінією, що проходить паралельно верхній граничній лінії 44, на фіг. 8. У межах верхньої й нижньої смуг 56 і 58 верхні частини 40 гребенів 36 мають третю ширину w_3 , а нижні частини 42 западин 38 мають четверту ширину w_4 , причому $w_3 < w_1$, і $w_2 < w_4$. У даному випадку $w_3 = w_4$, що означає, що верхні частини й нижні частини мають однакову ширину в межах верхньої й нижньої смуг 56 і 58. Крім того, у межах верхньої й нижньої смуг 56 і 58 гребені 36 і западини 38 симетричні відносно центральної осі С. Таким чином, у межах верхньої й нижньої смуг 56 і 58 гребені й западини 36 і 38 мають локально

зменшену ширину верхньої частини й локально збільшену ширину нижньої частини відповідно. Зовні верхньої й нижньої смуг 56 і 58 гребені й западини 36 і 38, що проходять від верхньої й нижньої граничних ліній 44 та 46, мають поперечні перерізи, як зображено на фіг. 4, тобто ширину верхньої частини, що перевищує ширину нижньої частини.

Відповідно, верхня й нижня смуги 56 і 58 ділянки 22 теплопередачі забезпечені симетричним рельєфом для теплопередачі, тоді як решта ділянки теплопередачі забезпечена загалом асиметричним рельєфом для теплопередачі.

З посиланням на фіг. 3 та 8 щонайменше деякі (у даному випадку всі, окрім, можливо, найбільш крайніх) із гребенів 36 для теплопередачі, що проходять від верхньої й нижньої граничних ліній 44 та 46, містять ділянку 52 контакту гребеня, розташовану в межах верхньої й нижньої смуг 56 і 58. У даному документі ці гребені для теплопередачі й ділянки контакту гребеня називаються першими гребенями для теплопередачі або просто першими гребенями 36а та першими ділянками 52а контакту гребеня. Подібним чином щонайменше деякі (у даному випадку всі, окрім, можливо, найбільш крайніх) із западин 38 для теплопередачі, що проходять від верхньої й нижньої граничних ліній 44 та 46, містять ділянку 54 контакту западини, розташовану в межах верхньої й нижньої смуг 56 і 58. У даному документі ці западини для теплопередачі й ділянки контакту западини називаються першими западинами для теплопередачі або просто першими западинами 38а та першими ділянками 54а контакту западини.

Як видно з фігур, верхня й нижня граничні лінії 44 та 46, що визначають протяжність першої й другої ділянок 28 і 34 розподілу й ділянку 22 теплопередачі вигнуті й випнуті назовні в напрямку поперечної центральної осі t пластини 8 для теплопередачі для підвищення міцності й здатності розподілу потоку пластини 8 для теплопередачі. Через цю кривизну граничної лінії відстань між суміжними ділянками 52 та 54 контакту гребеня й западини поряд із верхньою й нижньою граничними лініями 44 та 46 може бути довшою, ніж у випадку, якщо замість цього верхня й нижня граничні лінії є прямими. Довша відстань між суміжними ділянками контакту може призвести до підвищеного ризику деформації пластини, якщо пластина 8 для теплопередачі розташована між першою й другою пластинами 48 і 50 для теплопередачі в пакеті 10 пластин у пластинчатому теплообміннику 2, особливо під час роботи теплообмінника. Крім того, іншим фактором, який може підвищити ризик деформації пластини, є асиметричний рельєф для теплопередачі, що містить гребені й западини, які мають верхні й нижні частини відповідно різних ширин. З таким асиметричним рельєфом для теплопередачі ризик деформації є найвищим, коли пластини для теплопередачі "обернені" відносно одна одної в пакеті пластин, у випадку чого верхні частини гребеня й нижні частини западини однієї пластини для теплопередачі прилягають до нижніх частин западини й накладаються на верхні частини суміжних пластин для теплопередачі. Згідно з даним винаходом різницю між шириною верхньої частини гребеня й шириною нижньої частини западини зменшено або навіть виключено локально поряд із верхньою й нижньою граничними лініями, де ризик деформації пластини є найвищим, що зменшує ризик деформації пластини. Таким чином, міцність пластини для теплопередачі підвищено, тоді як пластина для теплопередачі зберігає свої асиметричні властивості на більшій частині ділянки теплопередачі й свої загальні асиметричні характеристики. Верхня й нижня смуги, у межах яких локально змінено рельєф для теплопередачі, зроблені достатньо широкими для вміщення щонайменше однієї ділянки контакту гребеня для щонайменше більшості гребенів, що проходять від верхньої й нижньої граничних ліній, і щонайменше однієї ділянки контакту западини для щонайменше більшості западин, що проходять від верхньої й нижньої граничних ліній. Водночас верхня й нижня смуги, у межах яких локально змінено рельєф для теплопередачі, зроблені достатньо вузькими для того, щоб мати незначний вплив на асиметричні характеристики рельєфу для теплопередачі.

У пакеті 10 пластин теплообмінника 2 перша й друга пластини 48 і 50 для теплопередачі розташовані "оберненими" відносно пластини 8 для теплопередачі. Отже, гребені 36 у межах верхніх правої й лівої чвертей а та b і нижніх правої й лівої чвертей с та d пластини 8 для теплопередачі прилягають у межах ділянок 52 контакту гребеня до западин у межах нижніх лівої й правої чвертей і верхніх лівої й правої чвертей відповідно в межах ділянок контакту западини пластини 48 для теплопередачі. Крім того, западини 38 в межах верхніх правої й лівої чвертей а та b і нижніх правої й лівої чвертей с та d пластини 8 для теплопередачі прилягають у межах ділянок 54 контакту западини до гребенів у межах нижніх лівої й правої чвертей і верхніх лівої й правої чвертей відповідно в межах ділянок контакту гребеня пластини 50 для теплопередачі. У пакеті 10 пластин верхня смуга 56 пластини 8 розташована між нижніми смугами пластин 48 і 50, тоді як нижня смуга 58 пластини 8 розташована між верхніми смугами пластин 48 і 50. Частини пластини локально зміненого поперечного перерізу повинні прилягати одна до одної,

тобто перші ділянки контакту гребеня й западини пластини 8 для теплопередачі повинні прилягати до перших ділянок контакту западини й гребеня пластин 48 і 50 для теплопередачі. З цією метою, оскільки пластини 8, 48 і 50 виглядають однаково, відносно поздовжньої й поперечної центральних осей l , t , абсолютне положення перших ділянок 52а контакту гребеня в межах верхньої правої чверті a , верхньої лівої чверті b , нижньої правої чверті c та нижньої лівої чверті d відповідно пластини 8 для теплопередачі щонайменше частково знаходиться в перекритті з абсолютним положенням перших ділянок 54а контакту западини, розташованих у межах нижньої лівої чверті d , нижньої правої чверті c , верхньої лівої чверті b та верхньої правої чверті a відповідно пластини 8 для теплопередачі. Це зображено на фіг. 9 для перших ділянок 52а1, 52а2, 52а3 та 52а4 контакту гребеня, які розташовані на таких самих відстанях ($pt1$, $pl1$), ($pt2$, $pl2$), ($pt3$, $pl3$) і ($pt4$, $pl4$) від поздовжньої й поперечної центральних осей l та t , що й перші ділянки 54а1, 54а2, 54а3 та 54а4 контакту западини.

На фіг. 6а та 6b зображено вигляд усередині пакета 10 пластин пластинчатого теплообмінника 2 в межах (фіг. 6b) і за межами (фіг. 6а) верхньої й нижньої смуг ділянок теплопередачі пластин 8, 48 і 50 для теплопередачі. Варто зазначити, що фіг. 6а та 6b спрощені задля ясності й не відображають справжні поперечні перерізи пакета пластин, оскільки гребені й западини різних пластин проходять похило відносно один одного, а не паралельно, як показано на фігурах. Як було вказано раніше, у межах ділянки 22 теплопередачі верхні частини 40 гребенів 36 і нижні частини 42 западин 38 пластини 8 прилягають до нижньої частини западин і верхньої частини гребенів пластин 48 і 50 відповідно. З посиланням на фіг. 6а за межами верхньої й нижньої смуг верхня частина гребенів пластин ширша, ніж нижня частина западин пластин. З посиланням на фіг. 6b у межах верхньої й нижньої смуг верхня частина гребенів пластин і нижня частина западин пластин мають однакову ширину для зменшення ризику деформації пластини там, де вона з найбільшою ймовірністю виникне. Пластини 8 і 48 утворюють канал з об'ємом $V1$, і пластини 8 і 50 утворюють канал з об'ємом $V2$, при цьому $V1$ дорівнює $V2$.

Замість "обертання" відносно одна одної пластини в пакеті пластин можна "перевернути" відносно одна одної, як зображено на фіг. 7а та 7b. При такому виконанні рельєф для теплопередачі пластини 8 для теплопередачі перетне рельєфи для теплопередачі пластин 48 і 50 для теплопередачі, як зображено схематично для верхньої лівої частини ділянки 22 теплопередачі пластини 8 для теплопередачі на фіг. 8. Зокрема, оскільки пластини "перевернуті" відносно одна одної, гребені 36 (зображені товщими суцільними лініями) пластини 8 для теплопередачі в ділянках 62 контакту гребеня (деякі з яких зображені квадратами, накресленими товщими лініями) перетинатимуть і прилягатимуть до гребенів (зображених товщими пунктирними лініями) першої пластини 48 для теплопередачі. Крім того, западини 38 (зображені тоншими суцільними лініями) пластини 8 для теплопередачі в ділянках 64 контакту западини (деякі з яких зображені квадратами, накресленими тоншими лініями) перетинатимуть і прилягатимуть до западин (зображених тоншими пунктирними лініями) другої пластини 50 для теплопередачі.

Зрозуміло, що місце ділянок контакту гребеня й ділянок контакту западини пластини 8 для теплопередачі залежить від того, чи виконана пластина для теплопередачі з можливістю "обертання" або "перевертання" відносно інших пластин у пакеті пластин.

З посиланням на фіг. 3 та 8 щонайменше деякі (у даному випадку всі, окрім, можливо, найбільш крайніх) із гребенів 36 для теплопередачі, що проходять від верхньої й нижньої граничних ліній 44 та 46, містять ділянку 62 контакту гребеня, розташовану в межах верхньої й нижньої смуг 56 і 58. У даному документі ці гребені для теплопередачі й ділянки контакту гребеня називаються першими гребенями для теплопередачі або просто першими гребенями 36b та першими ділянками 62b контакту гребеня. Подібним чином щонайменше деякі (у даному випадку всі, окрім, можливо, найбільш крайніх) із западин 38 для теплопередачі, що проходять від верхньої й нижньої граничних ліній 44 та 46, містять ділянку 64 контакту западини, розташовану в межах верхньої й нижньої смуг 56 і 58. У даному документі ці западини для теплопередачі й ділянки контакту западини називаються першими западинами для теплопередачі або просто першими западинами 38b та першими ділянками 64b контакту западини.

Як було вказано раніше, якщо перша й друга пластини 48 і 50 для теплопередачі розташовані "перевернутими" відносно пластини 8 для теплопередачі, гребені 36 пластини 8 для теплопередачі прилягають у межах ділянок 62 контакту гребеня до гребенів у межах ділянок контакту гребеня пластини 48 для теплопередачі. Крім того, западини 38 пластини 8 для теплопередачі прилягають у межах ділянок 64 контакту западини до западин у межах ділянок контакту западини пластини 50 для теплопередачі. Верхня смуга 56 пластини 8

розташована між нижніми смугами пластин 48 і 50, тоді як нижня смуга 58 пластини 8 розташована між верхніми смугами пластин 48 і 50. Частини пластини локально зміненого поперечного перерізу повинні прилягати одна до одної, тобто перші ділянки контакту гребеня й западини пластини 8 для теплопередачі повинні прилягати до перших ділянок контакту гребеня й западини пластин 48 і 50 для теплопередачі. З цією метою, оскільки пластини 8, 48 і 50 виглядають однаково, віддзеркалення, по поперечній центральній осі t пластини 8 для теплопередачі, положення перших ділянок 64b контакту западини, розташованих у межах верхньої половини, тобто верхніх лівої й правої чвертей a та b , пластини 8 для теплопередачі, щонайменше частково знаходиться в перекритті з положенням перших ділянок 64b контакту западини, розташованих у межах нижньої половини, тобто нижніх лівої й правої чвертей c та d , пластини 8 для теплопередачі. Подібним чином віддзеркалення, по поперечній центральній осі t пластини 8 для теплопередачі, положення перших ділянок 62b контакту гребеня, розташованих у межах верхньої половини, тобто верхніх лівої й правої чвертей a та b , пластини 8 для теплопередачі, щонайменше частково знаходиться в перекритті з положенням перших ділянок 62b контакту гребеня, розташованих у межах нижньої половини, тобто нижніх лівої й правої чвертей c та d , пластини 8 для теплопередачі.

Це зображено на фіг. 9 для перших ділянок 62bu1 та 62bl1 контакту гребеня, які розташовані на однакових відстанях ($Pt1$, $Pl1$) від поздовжньої й поперечної центральних осей l та t , і перших ділянок 64bu2 та 64bl2 контакту западини, які розташовані на однакових відстанях ($Pt2$, $Pl2$) від поздовжньої й поперечної центральних осей l та t .

На фіг. 7a та 7b зображено вигляд усередині пакета пластин, у якому пластини "перевернуті", а не "обернені" відносно одна одної в межах (фіг. 7b) і за межами (фіг. 7a) верхньої й нижньої смуг ділянок теплопередачі пластин 8, 48 і 50 для теплопередачі. Як і фіг. 6a та 6b, фіг. 7a та 7b спрощені для ясності й не відображають справжні поперечні перерізи пакета пластин. Як було вказано раніше, у межах ділянки 22 теплопередачі верхні частини 40 гребенів 36 і нижні частини 42 западин 38 пластини 8 прилягають до верхньої частини гребенів і нижньої частини западин пластин 48 і 50 відповідно. З посиланням на фіг. 7a за межами верхньої й нижньої смуг верхня частина гребенів пластин ширша, ніж нижня частина западин пластин. З посиланням на фіг. 7b у межах верхньої й нижньої смуг верхня частина гребенів пластин і нижня частина западин пластин мають однакову ширину. Пластини 8 і 48 утворюють канал з об'ємом $V3$, і пластини 8 і 50 утворюють канал з об'ємом $V4$, при цьому $V3 < V4$.

Таким чином, пластина 8 для теплопередачі має один набір ділянок 52 та 54 контакту гребеня й западини для розташування з "обертанням" та один набір ділянок 62 та 64 контакту гребеня й западини для розташування з "перевертанням". Верхня й нижня смуги 56 і 58 переважно зроблені достатньо широкими для того, щоб щонайменше деякі (у даному випадку всі, окрім, можливо, найбільш крайніх) із гребенів 36 для теплопередачі, що проходять від верхньої й нижньої граничних ліній 44 та 46, містили ділянку 52 контакту гребеня й ділянку 62 контакту гребеня, розташовані в межах верхньої й нижньої смуг 56 і 58. Тоді ці гребені для теплопередачі є першими гребенями 36a, а також першими гребенями 36b. Подібним чином верхні й нижні смуги 56 і 58 переважно зроблені достатньо широкими для того, щоб щонайменше деякі (у даному випадку всі, окрім, можливо, найбільш крайніх) із западин 38 для теплопередачі, що проходять від верхньої й нижньої граничних ліній 44 та 46, містили ділянку 54 контакту западини й ділянку 64 контакту западини, розташовані в межах верхньої й нижньої смуг 56 і 58. Тоді ці западини для теплопередачі є першими западинами 38a, а також першими западинами 38b. Водночас верхня й нижня смуги 56 і 58 зроблені настільки вузькими, наскільки можливо, для підтримання асиметричних характеристик пластини для теплопередачі настільки, наскільки можливо.

Пластина 8 для теплопередачі містить ділянку 22 теплопередачі, забезпечену рельєфом для теплопередачі з розташованими по черзі гребенями 36 та западинами 38. За межами верхньої й нижньої смуг 56 і 58 ділянки теплопередачі рельєф для теплопередачі є асиметричним у тому, що верхні частини 40 гребенів 36 ширші, ніж нижні частини 42 западин 38. У межах верхньої й нижньої смуг ширина верхніх частин гребенів зменшена, тоді як ширина нижніх частин западин збільшена для надання верхнім і нижнім частинам рівної ширини й виконання рельєфу для теплопередачі локально симетричним. В альтернативних варіантах здійснення ширини верхньої й нижньої частин у межах верхньої й нижньої смуг не обов'язково повинні бути однаковими, а можуть відрізнитись лише менше, ніж за межами верхньої й нижньої смуг. Ширина верхньої частини може навіть бути більшою, ніж ширина нижньої частини за межами верхньої й нижньої смуг, і меншою, ніж ширина нижньої частини в межах верхньої й нижньої смуг. Крім того, замість зміни як ширини верхньої частини, так і ширини нижньої частини в межах верхньої й нижньої смуг 56 і 58, можна змінити тільки одну з них. Як приклад, у

межах верхньої й нижньої смуг ширину нижніх частин западин можна збільшити, тоді як ширину верхніх частин гребенів можна залишити без змін. Альтернативно в межах верхньої й нижньої смуг ширину верхніх частин гребенів можна зменшити, тоді як ширину нижніх частин западин можна залишити без змін. Також у даному випадку ширина верхньої частини й ширина нижньої частини можуть бути, але не обов'язково, однаковими в межах верхньої й нижньої смуг. Крім того, у випадку однакових ширин верхньої й нижньої частин, з посиланням на поперечний переріз і перпендикулярно поздовжній протяжності гребенів для теплопередачі й западин для теплопередачі, також у даному випадку гребені й западини можуть бути симетричні відносно центральної площини в межах верхньої й нижньої смуг.

Описаний вище варіант здійснення даного винаходу слід розглядати тільки як приклад. Фахівцю в даній галузі техніки зрозуміло, що розглянуті варіанти здійснення можуть бути змінені й поєднані за допомогою ряду способів без відхилення від винахідницького задуму.

Як приклад, верхня й нижня смуги, у межах яких локально змінено рельєф для теплопередачі, не обов'язково повинні мати рівномірну ширину вздовж своєї протяжності та/або не обов'язково повинні бути безперервними, а замість цього можуть бути переривчастими. Відповідно, не всі гребені для теплопередачі й западини для теплопередачі, що проходять від верхньої й нижньої граничних ліній, повинні мати локально змінений поперечний переріз.

Крім того, верхня й нижня смуги, у межах яких локально змінено рельєф для теплопередачі, не обов'язково повинні граничити з верхньою й нижньою граничними лініями вздовж частини протяжності або повної їх протяжності, а замість цього можуть бути відокремлені від них.

Крім того, рельєф для теплопередачі не обов'язково навіть локально змінювати поряд із верхньою й нижньою граничними лініями, а замість цього його можна змінювати десь в іншому місці в межах ділянки теплопередачі, наприклад, уздовж поздовжньої центральної осі пластини для теплопередачі, поряд із вершинами V-подібних гофрів рельєфу для теплопередачі або поряд із поздовжніми кромками ділянки теплопередачі.

Указані вище рельєф для розподілу типу шоколадної плитки й рельєф для теплопередачі типу "в ялинку" є лише прикладами. Звичайно, даний винахід виконаний із можливістю застосування в поєднанні з іншими типами рельєфів. Наприклад, рельєф для теплопередачі може містити V-подібні гофри, при цьому вершина кожного гофра вказує від однієї довгої сторони в напрямку іншої довгої сторони пластини для теплопередачі. Крім того, гребені для теплопередачі й западини для теплопередачі не обов'язково повинні мати поперечні перерізи, зображені на фігурах. Як приклад, гребені й западини для теплопередачі можуть утворювати "плечі", як зображено в документі WO 2017/167598. Варто також сказати, що рельєф для розподілу в межах ділянок розподілу може бути або симетричним, або асиметричним.

Описаний вище пластинчатий теплообмінник належить до типу з паралельними зустрічними потоками, тобто впускний отвір і випускний отвір для кожного текучого середовища розташовані на одній половині пластинчатого теплообмінника, і текучі середовища течуть у протилежних напрямках через канали між пластинами для теплопередачі. Звичайно, замість цього пластинчатий теплообмінник може належати до типу з діагональним потоком і/або спільним потоком.

Наведений вище пластинчатий теплообмінник має лише один тип пластин. Звичайно, замість цього пластинчатий теплообмінник може мати два або більше різних типів розташованих по черзі пластин для теплопередачі, наприклад, два типи, що мають різні рельєфи для теплопередачі, наприклад, з різними нахилами гребенів і западин для теплопередачі.

Пластина для теплопередачі не обов'язково повинна бути прямокутною, а може мати інші форми, наприклад, по суті прямокутну із закругленими кутами замість прямих кутів, круглу або овальну. Пластина для теплопередачі не обов'язково повинна бути виконана з нержавіючої сталі, а може бути виконана з інших матеріалів, наприклад, титану або алюмінію.

Даний винахід можна використовувати в поєднанні з іншими типами пластинчатих теплообмінників, окрім тих, що мають прокладки, такими як суцільнозварні, напівзварні, створені за допомогою наплавлення й спаяні пластинчаті теплообмінники.

Верхня й нижня граничні лінії не обов'язково повинні бути вигнутими, а можуть мати інші форми. Наприклад, вони можуть бути прямими або мати зиг'загоподібну форму.

Ділянка теплопередачі пластини для теплопередачі може містити верхню й нижню перехідні полоси, що граничать із верхньою й нижньою граничними лініями й забезпечені рельєфом, який відрізняється від іншої частини ділянки теплопередачі, при цьому верхня й нижня смуги міститимуться в цих верхній й нижній перехідних полосах. Такі перехідні полоси можуть, наприклад, бути виконані як перехідні ділянки пластини для теплопередачі згідно з документом EP2728292.

Слід підкреслити, що такі ознаки, як передній, задній, верхній, нижній, перший, другий, третій, верхній, нижній тощо, використані в даному документі тільки для розрізнення елементів, а не для вираження будь-якої орієнтації або взаємного порядку елементів.

Крім того, слід підкреслити, що опис елементів, які не є суттєвими для даного винаходу, був опущений, і що фігури є тільки схематичними й не виконані згідно з масштабом. Слід також зазначити, що деякі з фігур були більше спрощені, ніж інші. Отже, деякі компоненти можуть бути зображені на одній фігурі, але пропущені на іншій фігурі.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

10

1. Пластина (8) для теплопередачі, призначена для пластинчатого теплообмінника (2), яка містить першу ділянку (28) розподілу, ділянку (22) теплопередачі й другу ділянку (34) розподілу, розташовані послідовно вздовж поздовжньої центральної осі (l) пластини (8) для теплопередачі, яка проходить перпендикулярно поперечній центральній осі (t) пластини (8) для теплопередачі, причому ділянка (22) теплопередачі забезпечена рельєфом для теплопередачі, який відрізняється від рельєфу в межах першої й другої ділянок розподілу, причому перша ділянка (28) розподілу примикає до ділянки (22) теплопередачі вздовж верхньої граничної лінії (44), і друга ділянка (34) розподілу примикає до ділянки (22) теплопередачі вздовж нижньої граничної лінії (46), при цьому рельєф для теплопередачі містить подовжені, розташовані по черзі, гребені для теплопередачі й западини (36, 38) для теплопередачі, які проходять похило відносно поперечної центральної осі (t) пластини (8) для теплопередачі, причому відповідна верхня частина (40) гребенів (36) для теплопередачі проходить у верхній площині (Т), і відповідна нижня частина (42) западин (38) для теплопередачі проходить у нижній площині (В), причому ці верхня й нижня площини (Т, В) паралельні одна одній, причому центральна площина (С) проходить посередині між верхньою й нижньою площинами (Т, В) і паралельно їм, визначаючи границю між гребенями для теплопередачі й западинами (36, 38) для теплопередачі, при цьому гребені (36) для теплопередачі містять ділянки (52, 62) контакту гребеня, у межах яких гребені (36) для теплопередачі виконані таким чином, щоб прилягати до суміжної першої пластини (48) для теплопередачі в пластинчатому теплообміннику (2), і западини (38) для теплопередачі містять ділянки (54, 64) контакту западини, у межах яких западини (38) для теплопередачі виконані таким чином, щоб прилягати до суміжної другої пластини (50) для теплопередачі в пластинчатому теплообміннику (2), при цьому в межах щонайменше половини ділянки (22) теплопередачі верхні частини (40) гребенів (36) для теплопередачі мають першу ширину (w_1), і нижні частини (42) западин (38) для теплопередачі мають другу ширину (w_2), причому ширина верхньої й нижньої частин (40, 42) виміряна перпендикулярно поздовжній протяжності гребенів для теплопередачі й западин (36, 38) для теплопередачі, і $w_1 \neq w_2$, яка **відрізняється** тим, що верхня частина (40) ряду перших гребенів (36a, 36b) для теплопередачі із гребенів (36) для теплопередачі в межах відповідної першої ділянки (52a, 62b) контакту гребеня з ділянкою (52, 62) контакту гребеня має третю ширину (w_3), при цьому якщо $w_1 > w_2$, то $w_3 < w_1$, а якщо $w_1 < w_2$, то $w_3 > w_1$.

2. Пластина (8) для теплопередачі за п. 1, яка **відрізняється** тим, що якщо $w_1 \geq w_2$, то $w_3 \geq w_2$, а якщо $w_1 \leq w_2$, то $w_3 \leq w_2$.

3. Пластина (8) для теплопередачі за будь-яким із попередніх пунктів, яка **відрізняється** тим, що $w_1 > w_2$, і при цьому нижня частина (42) ряду перших западин (38a, 38b) для теплопередачі із западин (38) для теплопередачі в межах відповідної першої ділянки (54a, 64b) контакту западини з ділянкою (54, 64) контакту западини має четверту ширину (w_4), причому $w_2 < w_4$.

4. Пластина (8) для теплопередачі за п. 3, яка **відрізняється** тим, що $w_4 \leq w_3$.

5. Пластина (8) для теплопередачі за будь-яким із пп. 3-4, яка **відрізняється** тим, що, з посиланням на поперечний переріз і перпендикулярно поздовжній протяжності гребенів (36) для теплопередачі й западин (38) для теплопередачі, перші гребені (36a, 36b) для теплопередачі в межах перших ділянок (52a, 62b) контакту гребеня й перші западини (38a, 38b) для теплопередачі в межах перших ділянок (54a, 64b) контакту западини симетричні відносно вказаної центральної площини (С).

6. Пластина (8) для теплопередачі за будь-яким із пп. 3-5, яка **відрізняється** тим, що кожна з перших западин (38a, 38b) для теплопередачі проходить від однієї з указаних верхньої й нижньої граничних ліній (44, 46).

7. Пластина (8) для теплопередачі за будь-яким із пп. 3-6, яка **відрізняється** тим, що для кожної з перших западин (38a, 38b) для теплопередачі перша ділянка (54a, 64b) контакту западини є ділянкою (54, 64) контакту западини, розташованою найближче до вказаної однієї з указаних верхньої й нижньої граничних ліній (44, 46).

8. Пластина (8) для теплопередачі за будь-яким із пп. 3-7, яка **відрізняється** тим, що перші ділянки (54a, 64b) контакту западини містяться у відповідній кінцевій частині (38') перших западин (38a, 38b) для теплопередачі, причому ця кінцева частина (38') проходить від указаної однієї з указаних верхньої й нижньої граничних ліній (44, 46) і має постійну ширину в межах

5

нижньої частини (42).
9. Пластина (8) для теплопередачі за будь-яким із пп. 3-8, яка **відрізняється** тим, що абсолютне положення ((pt1, pl1), (pt2, pl2), (pt3, pl3), (pt4, pl4)) відносно поздовжньої й поперечної центральних осей (l, t) пластини (8) для теплопередачі відповідної однієї з перших ділянок (52a1, 52a2, 52a3, 52a4) контакту гребеня, розташованих у межах верхньої правої чверті (а), верхньої лівої чверті (b), нижньої правої чверті (c) і нижньої лівої чверті (d), відповідно, пластини (8) для теплопередачі, щонайменше частково знаходиться в перекритті з абсолютним положенням ((pt1, pl1), (pt2, pl2), (pt3, pl3), (pt4, pl4)) відносно поздовжньої й поперечної центральних осей (l, t) пластини (8) для теплопередачі відповідної однієї з перших ділянок (54a1, 54a2, 54a3, 54a4) контакту западини, розташованих у межах нижньої лівої чверті (d),

10

15

нижньої правої чверті (c), верхньої лівої чверті (b) і верхньої правої чверті (a), відповідно, пластини (8) для теплопередачі.
10. Пластина (8) для теплопередачі за будь-яким із пп. 3-9, яка **відрізняється** тим, що віддзеркалення, по поперечній центральній осі (t) пластини (8) для теплопередачі, положення (Pt2, Pl2) однієї з перших ділянок (64bu2) контакту западини, розташованих у межах верхньої

20

половини (a+b) пластини для теплопередачі, щонайменше частково знаходиться в перекритті з положенням (Pt2, Pl2) однієї з перших ділянок (64bl2) контакту западини, розташованих у межах нижньої половини (c+d) пластини (8) для теплопередачі.
11. Пластина (8) для теплопередачі за будь-яким із попередніх пунктів, яка **відрізняється** тим, що віддзеркалення, по поперечній центральній осі (t) пластини (8) для теплопередачі, положення (Pt1, Pl1) однієї з перших ділянок (62bu1) контакту гребеня, розташованих у межах

25

верхньої половини (a+b) пластини (8) для теплопередачі, щонайменше частково знаходиться в перекритті з положенням (Pt1, Pl1) однієї з перших ділянок (62bl1) контакту гребеня, розташованих у межах нижньої половини (c+d) пластини (8) для теплопередачі.
12. Пластина (8) для теплопередачі за будь-яким із попередніх пунктів, яка **відрізняється** тим,

30

що кожний із перших гребенів (36a, 36b) для теплопередачі проходить від однієї з указаних верхньої й нижньої граничних ліній (44, 46).
13. Пластина (8) для теплопередачі за будь-яким із попередніх пунктів, яка **відрізняється** тим, що для кожного з перших гребенів (36a, 36b) для теплопередачі перша ділянка (52a, 62b) контакту гребеня є ділянкою (52, 62) контакту гребеня, розташованою найближче до вказаної

35

однієї з указаних верхньої й нижньої граничних ліній (44, 46).
14. Пластина (8) для теплопередачі за будь-яким із попередніх пунктів, яка **відрізняється** тим, що перші ділянки (52a, 62b) контакту гребеня містяться у відповідній кінцевій частині (36') перших гребенів (36a, 36b) для теплопередачі, причому ця кінцева частина (36') проходить від

40

указаної однієї з указаних верхньої й нижньої граничних ліній (44, 46) і має постійну ширину в межах верхньої частини (40).
15. Пластина (8) для теплопередачі за будь-яким із попередніх пунктів, яка **відрізняється** тим, що верхня й нижня граничні лінії (44, 46) є непрямыми.

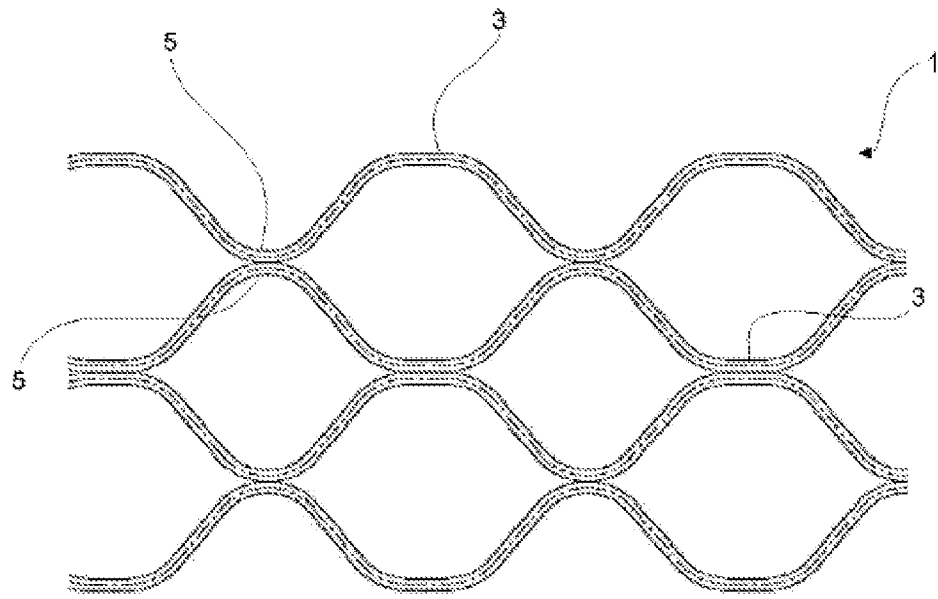


Fig. 1a

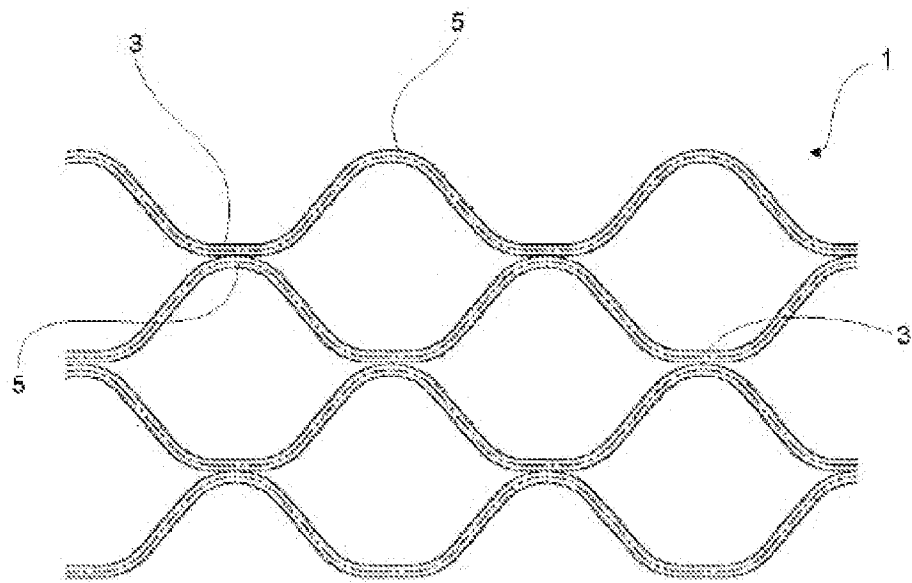


Fig. 1b

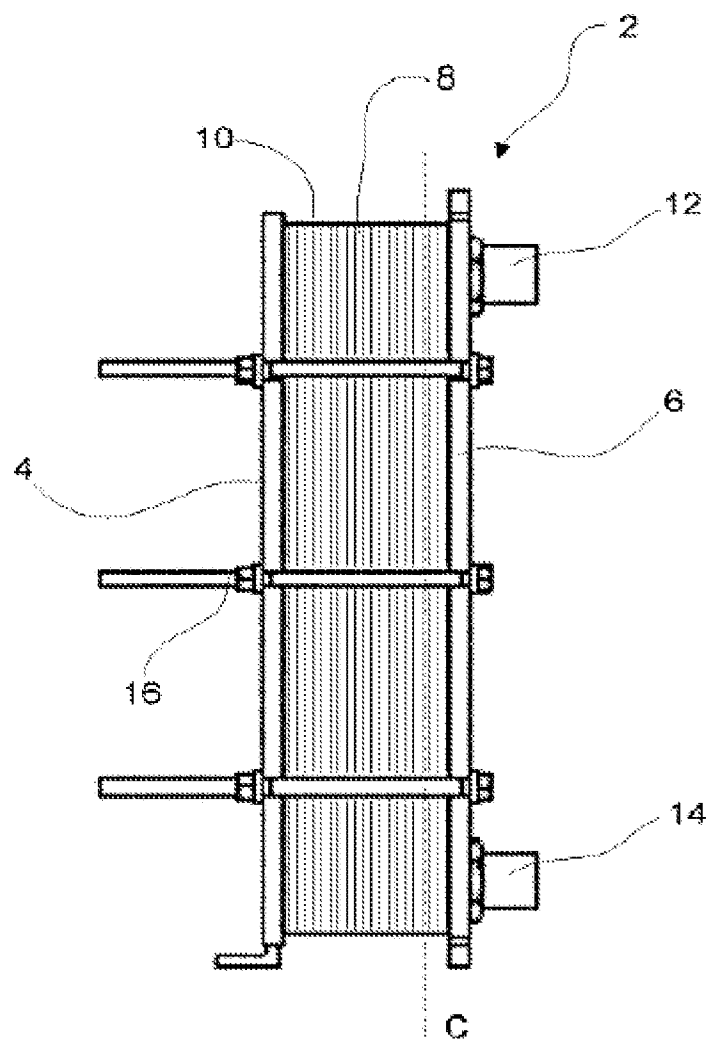


Fig. 2

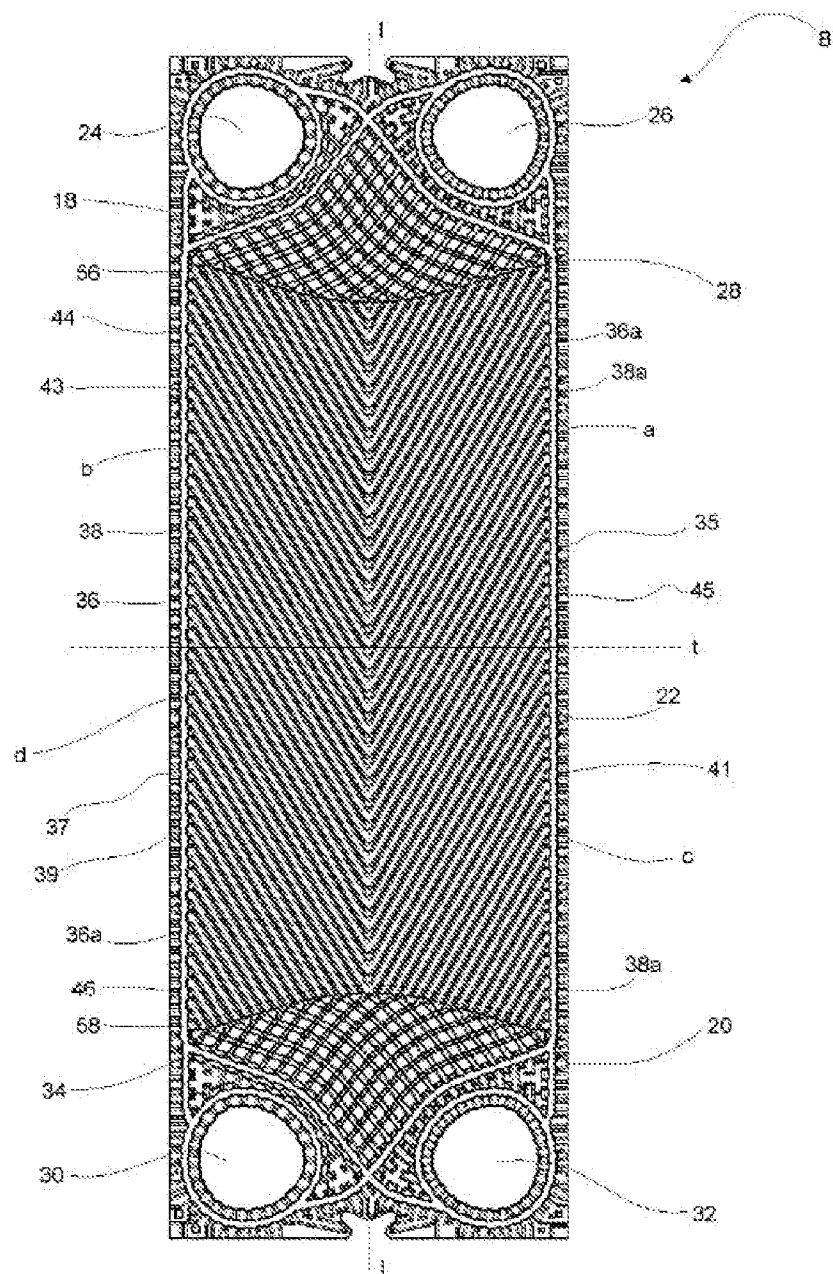


Fig. 3

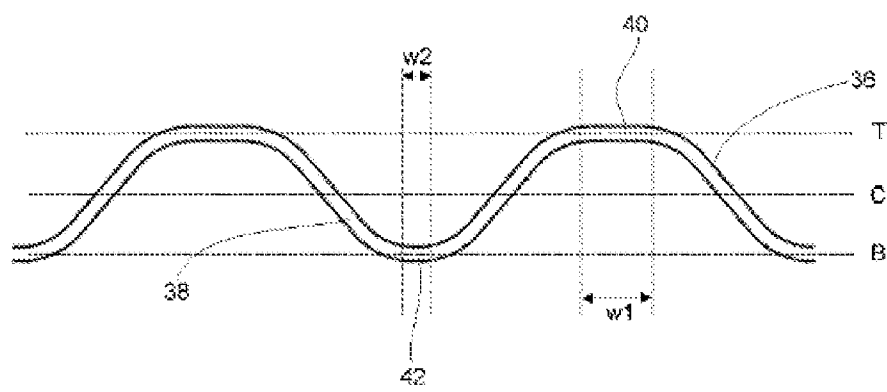


Fig. 4

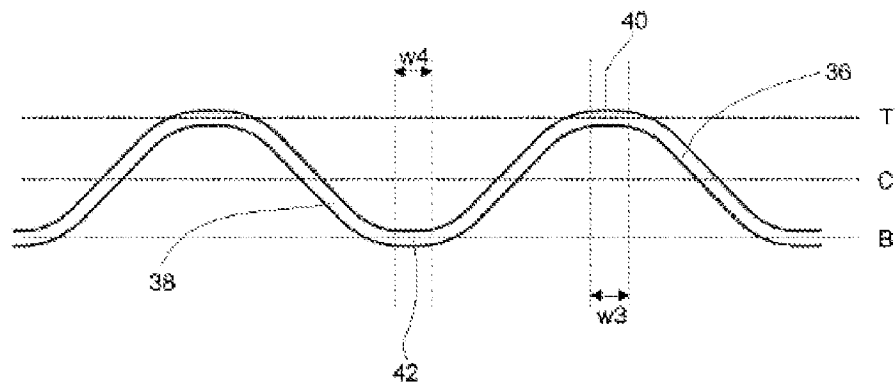


Fig. 5

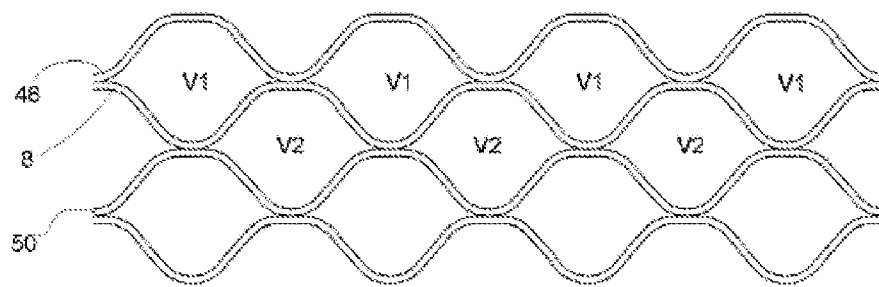


Fig. 6a

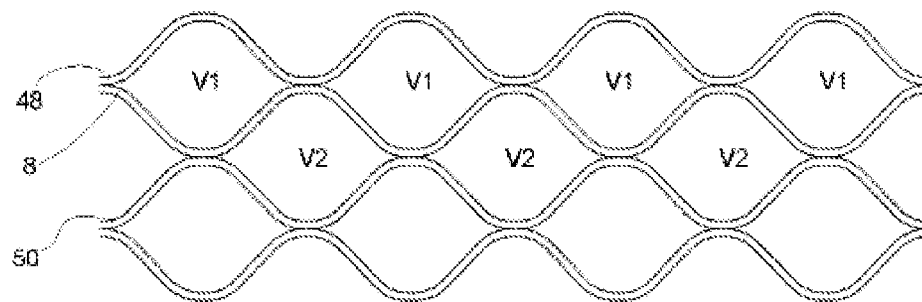


Fig. 6b

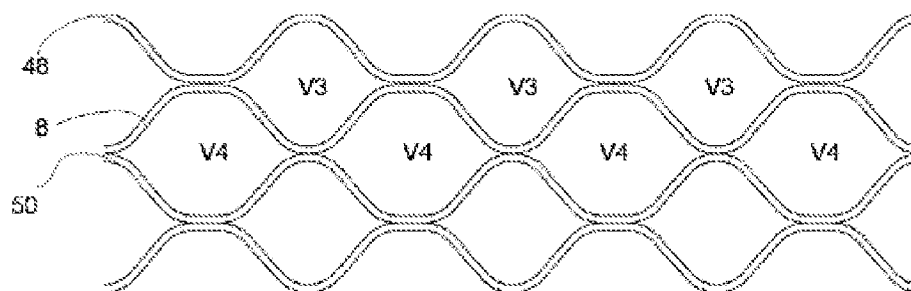


Fig. 7a

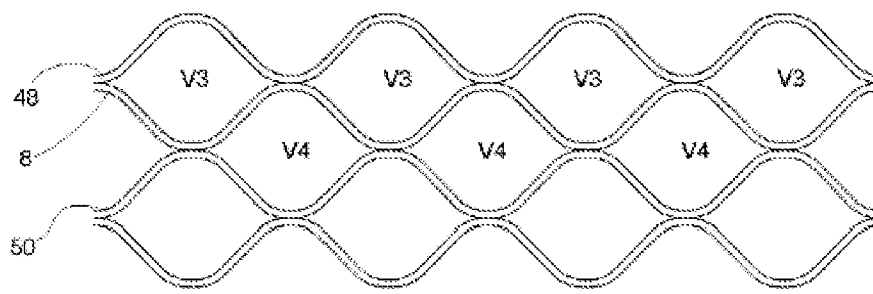


Fig. 7b

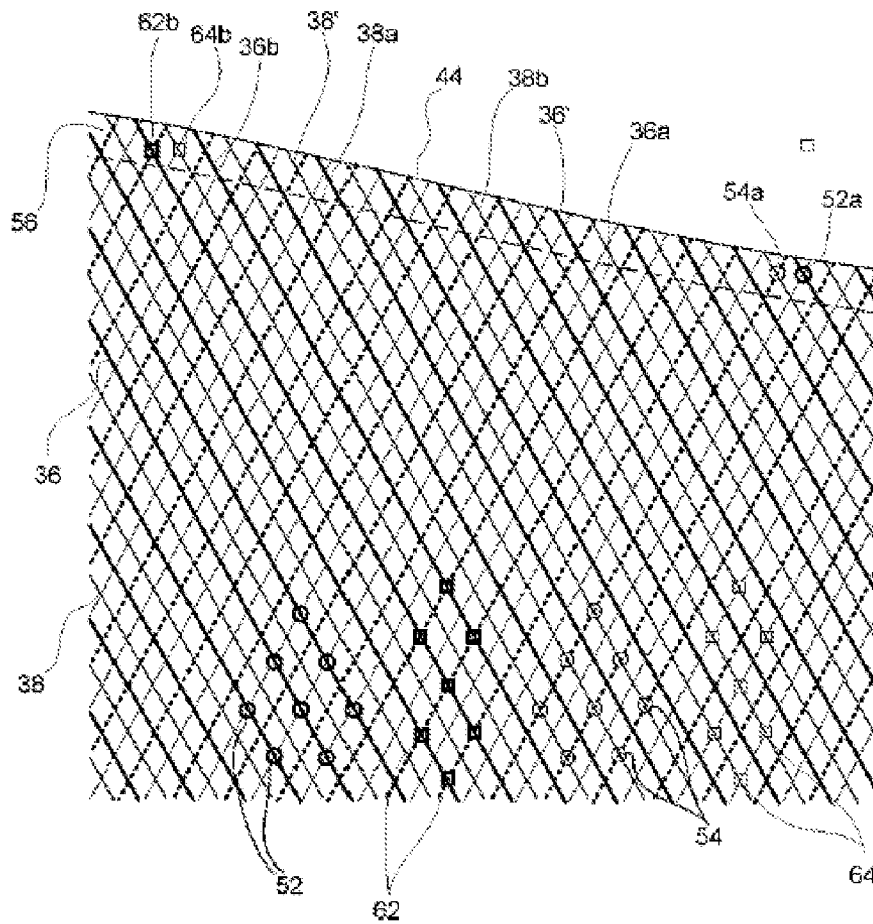


Fig. 8

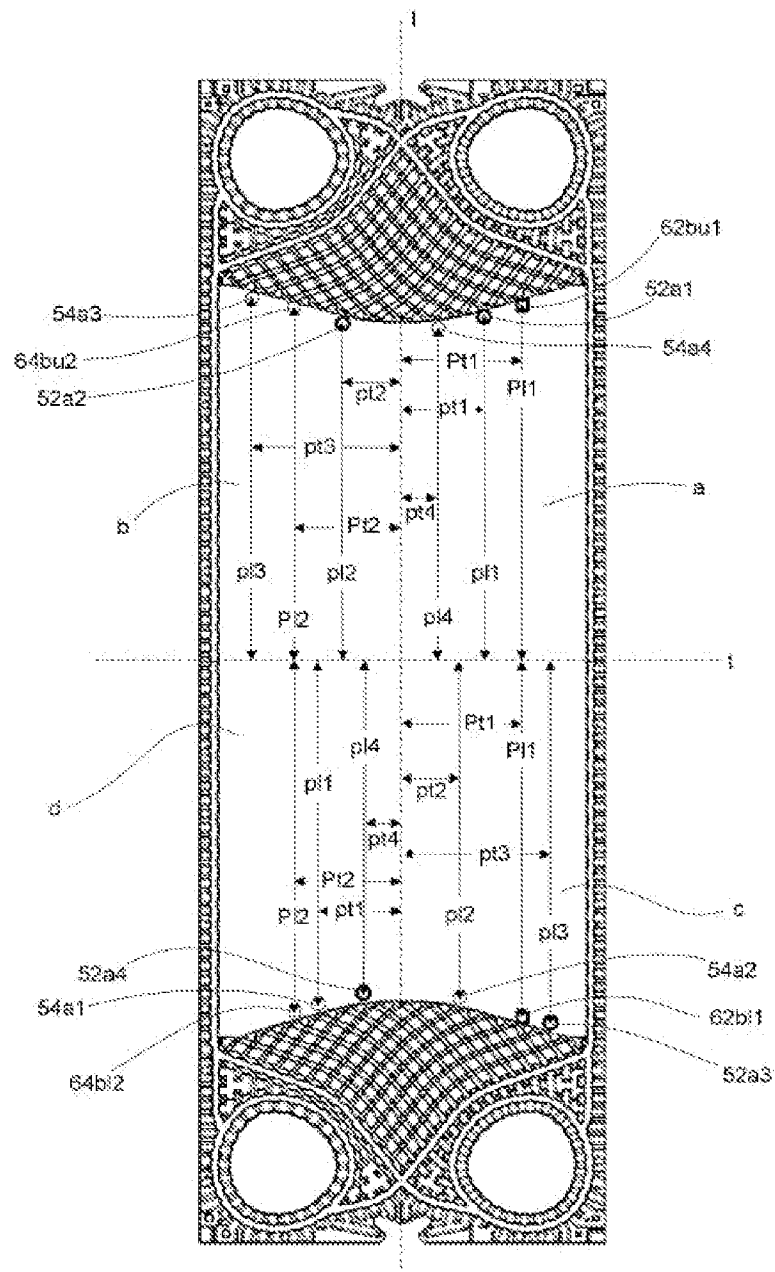


Fig. 9