



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **107745** (13) **C2**
(51) МПК
F28F 1/24 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

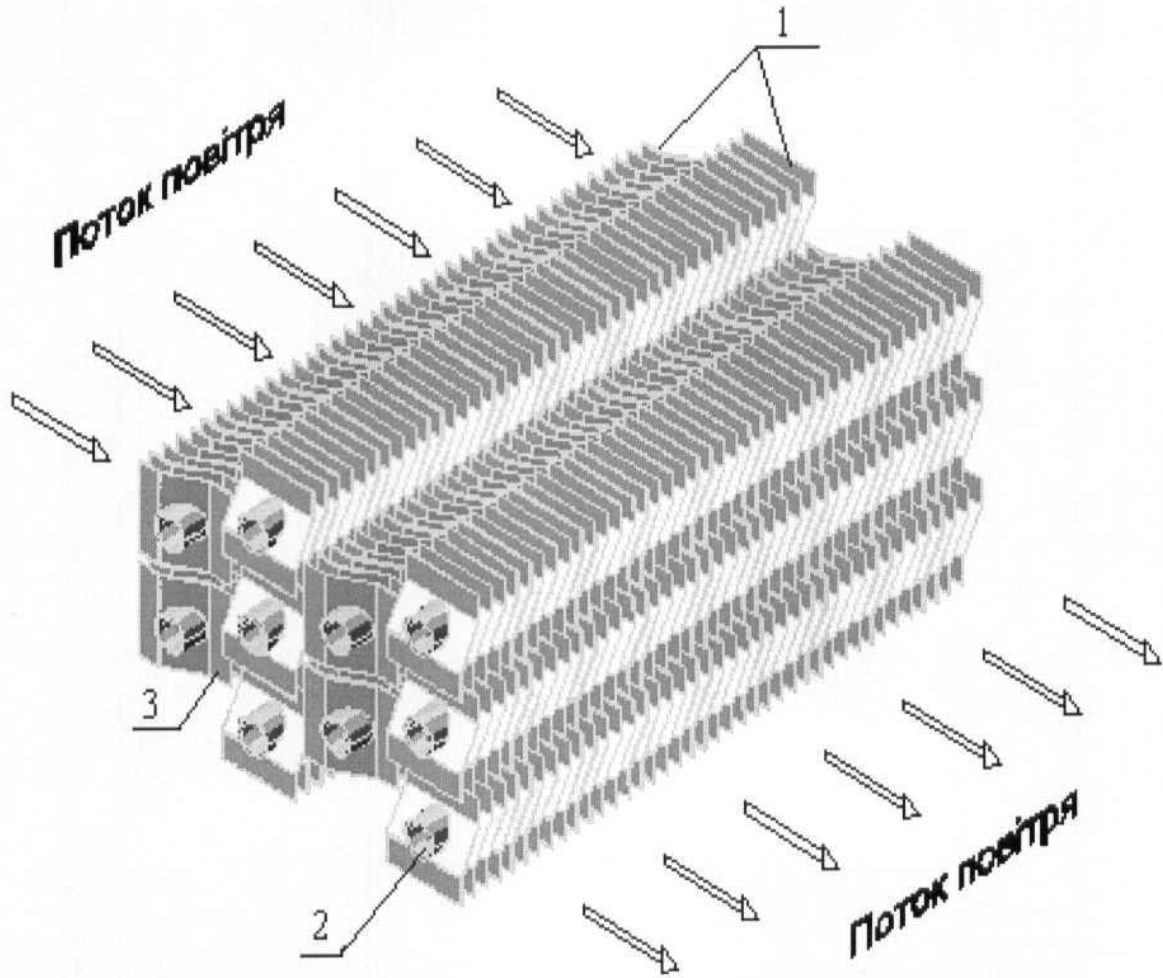
<p>(21) Номер заявки: а 2013 08245</p> <p>(22) Дата подання заявки: 01.07.2013</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.02.2015</p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: 12.01.2015, Бюл.№ 1</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.02.2015, Бюл.№ 3</p>	<p>(72) Винахідник(и): Лагутін Анатолій Юхимович (UA), Князюк Володимир Іванович (UA), Стоянов Павло Фомич (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ, вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 40389 U, 10.04.2009 GB 432936 A, 06.08.1935 SU 1345047 A1, 15.10.1987 US 4775007 A, 10.04.1988 GB 1510858 A, 17.05.1978 SU 1121578 A, 30.10.1984 SU 1688095 A1, 30.10.1991</p> <p>GB 1329472 A, 12.09.1973</p>
---	--

(54) ТЕПЛООБМІННИЙ ПАКЕТ

(57) Реферат:

Винахід належить до теплоенергетики, харчової та хімічної промисловості, зокрема до холодильної техніки та систем кондиціонування, конкретно - апаратів повітряного охолодження. Теплообмінний пакет містить ряди, які містять труби, з пластинами, насадженими під нахилом відносно осі труби таким чином, що приведена довжина пластин більша їх ширини, ряди труб з пластинчастим орєбренням кожної труби розташовані у шаховому порядку, при цьому ряди у пакеті розташовані з чергуванням направленості ширини та приведеної довжини пластин відносно до напрямку набігаючого потоку повітря. Винахід забезпечує підвищення коефіцієнта тепловіддачі, яке досягається шляхом енергоефективної комбінації орієнтувань відносно потоку повітря пластин.

UA 107745 C2



Винахід належить до теплоенергетики, харчової та хімічної промисловості, зокрема до холодильної техніки та систем кондиціонування, конкретно - апаратів повітряного охолодження.

Відома еліптична оребрена труба [див. патент на корисну модель №CN20112443516U 20111110 F28F1/02, F28F1/30]. Оребрення виготовляється у вигляді двох пластин, які окремо приварюються до поверхні еліптичної труби паралельно її більшій осі, причому між ребрами по меншій осі труби утворюються проміжок. Обтікання теплоносієм такої поверхні теплообміну проводиться у напрямку більшої осі еліптичної труби, що призводить, за думкою авторів, до зменшення аеродинамічного опору, можливості роботи таких поверхонь в умовах сильного забруднення потоку теплоносія пилом за рахунок легкого очищення поверхні.

Недоліком даної поверхні теплообміну є спосіб кріплення ребер на поверхні еліптичної труби, який проводиться шляхом автоматичного електрозварювання ребер з трубою. Цей спосіб кріплення ребер є дорогим та доволі трудоемким, причому необхідно постійно слідкувати за якістю зварного шва для виключення додаткового термічного опору у основі ребра.

Відомий теплообмінний пакет у вигляді трубного пучка [див. авторське свідоцтво СРСР №1195176 F 28 F 1/24, F 28 D 7/16, F 28 B 1/06] складається з оребрених теплообмінних труб. Характерною рисою трубного пучка є те, що на поверхні ребер виконано перфоровані просічки. Просічки розміщені на лінії перегину ребер, а периферійні просічки виконані Т-подібно та розміщені дзеркально. Використання просічок за думкою авторів призводить при помірному зростанні гідравлічного опору поверхні до інтенсифікації теплообміну, а також дозволяє уникнути розриву ребра при механічному формуванні ребер. Перфорації поверхні ребер в умовах омивання поверхні середовищем, забрудненим пилом будуть швидко забиватися брудом, що зведе нанівець переваги теплообмінної поверхні. Авторами винаходу не вказано оптимальний діапазон кута відгинання ребер та значення кроку ребер при дотриманні яких досягається підвищення тепло-гідравлічної ефективності поверхні теплообміну.

Нанесення перфорацій та просічок на теплообмінну поверхню зменшують коефіцієнт оребрення трубного пучка та збільшує відходи металу при його виробництві.

Відомий також теплообмінний пакет у вигляді трубного пучка [див. авторське свідоцтво СРСР №709945 F 28 F 1/30, F 28 B 1/06], який складається з поперечно-оребрених труб. Оребрення виготовлено з V-подібного типу профілю з перфораціями, причому суміжні ребра розвернуті у протилежні боки. Вибрана геометрія оребрення утворює конфузотно-дифузотні канали для потоку газу, які забезпечують виникнення у потоці знакозмінного градієнта тиску. Наявність градієнта тиску сприяє, за думкою авторів, знакозмінному перетіканню потоку скрізь отвори-перфорації між ребрами. За рахунок цього відбувається турбулізація прикордонного шару потоку теплоносія на поверхні теплообміну, що у свою чергу призводить до підвищення енергетичних показників поверхні.

Оребрення даного типу необхідно виконувати з доволі великим кроком, що призведе до зменшення ступеня розвинення поверхні за рахунок оребрення. Авторами не приведено у авторському свідоцтві жодного геометричного співвідношення, наприклад, для кроку ребер, куту нахилу вершин ребер відносно труби, розмірів та кількості перфорацій на одиниці площі ребра, висоти ребер відносно діаметра труби, що не дає змогу повністю технічно оцінити запропонований варіант трубного пучка. Недоліком трубного пучка є також те, що організація течії потоку теплоносія у конфузотно-дифузотному каналі, який утворюється сусідніми ребрами, не буде оптимальною. Частина поверхні ребер, особливо в місцях контакту їх з теплообмінною трубою, буде знаходитися в застійній зоні і погано працювати.

Заявлене підвищення ефективності теплообміну поверхні на 40-50 % знецінюється підвищенням при цьому витрат на прокачку теплоносія на 30-40 % та робить недоцільним використання оребрення даного типу.

Окрім того, відомий ребристо-трубчастий теплообмінник [див. міжнародна заявка № WO2012JP00521 20120127 F28F1/32] складається з поперечно-оребрених труб. Хвилясте оребрення забезпечує підвищену ефективність тепловідводу теплообмінника. На поверхні ребра розташовані також генератори вихорів, котрі забезпечують інтенсивне перемішування потоку теплоносія у міжреберному каналі. В наведеній міжнародній заявці розглянуто різноманітні варіанти розміщення вихорогенераторів на поверхні ребра.

Недоліком цього ребристо-трубчастого теплообмінника є труднощі забезпечення надійного механічного кріплення ребер до поверхні теплообмінних труб та мінімального термічного опору в основі ребра у зв'язку з утворенням трикутної лінії контакту "ребро-труба".

Прототипом винаходу, що заявляється, є теплообмінний пакет у вигляді теплообмінного пучка [див. патент України на корисну модель № 40389 F28F 1/24], що містить розміщені паралельними рядами труби з поперечним пластинчастим оребренням, причому оребрення виготовлено у вигляді пластин, насаджених під нахилом відносно осі труби таким чином, що

лінія контакту ребра і труби має форму еліпса. Вибрана конфігурація міжреберного каналу при рівних витратах енергії на переміщення повітряного потоку збільшує тепловіддачу за рахунок наближення профілю обтікання в основі ребра до легкообтічного та збільшення площі контакту ребра з теплообмінною трубою. Підвищення ефективності тепловідводу такої поверхні

5 відбувається з більшою інтенсивністю, аніж підвищення аеродинамічного опору.

Прототип і винахід, що заявляється, мають наступні спільні ознаки:

паралельно розташовані ряди труб з пластинчастим оребренням;

пластини насаджені під кутом відносно осі труби;

приведена довжина пластин більша їх ширини.

10 Недоліком теплообмінного пакета за прототипом є відносно невисокий темп зростання коефіцієнта тепловіддачі при підвищенні швидкості набігаючого потоку повітря, який обумовлено не достатньою реалізацією переваг різкої зміни структури потоку повітря по глибині криволінійного міжреберного каналу у зв'язку з тим, що відсутній зрив потоку на кожному ряду пакета.

15 В основу винаходу поставлено задачу створити теплообмінний пакет, в якому шляхом енергоефективної комбінації орієнтувань відносно потоку повітря пластин забезпечити підвищення коефіцієнта тепловіддачі.

20 Поставлена задача вирішена в теплообмінному пакеті, що містить паралельно розташовані ряди труб з оребренням, яке виконано у вигляді пластин, що насаджені під кутом відносно осі труби, причому приведена довжина пластин більша їх ширини, ряди труб з пластинчастим оребренням кожної труби розташовані у шаховому порядку, при цьому ряди у пакеті розташовані з чергуванням направленості ширини та приведеної довжини пластин відносно до напрямку набігаючого потоку повітря.

25 За результатами проведених тепло-аеродинамічних досліджень можливих варіантів комбінування розташувань у теплообмінному пакеті труб з похилим оребренням (перпендикулярно потоку повітря, що набігає, шириною ребра або ж приведеною довжиною ребра, при цьому при переході до наступного ряду пакета пластини поверталися відносно напрямку потоку повітря на кут, що дорівнює 90°) було виявлено, що порядна зміна орієнтування пластин відносно потоку повітря описаним вище способом призводить до

30 підвищення коефіцієнтів тепловіддачі на 15-28 %, при цьому аеродинамічний опір збільшується на 8-12 %. Зазначений ефект забезпечується за рахунок організації відривних течій у міжреберних каналах поверхні теплообміну при обтіканні її потоком повітря, що призводить до покращення умов переносу імпульсу та енергії, що у свою чергу зумовлює значне підвищення

35 коефіцієнта тепловіддачі поверхні теплообміну при несуттєвому підвищенні аеродинамічного опору.

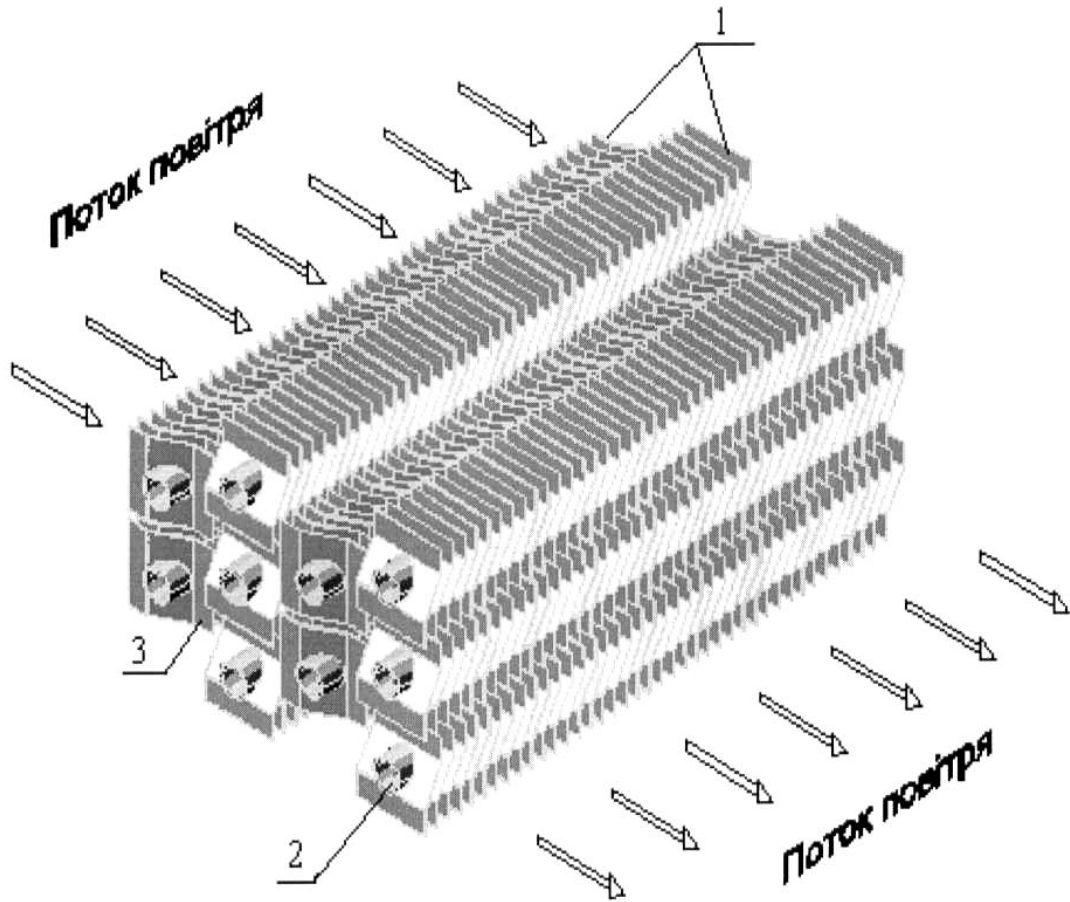
Теплообмінний пакет зображено на кресленні.

40 Теплообмінний пакет містить ряди 1, які містять труби 2, з пластинами 3, насадженими під нахилом відносно осі труби таким чином, що лінія контакту ребра і труби має форму еліпса. Ряди 1 у пакеті розташовані з чергуванням направленості ширини та приведеної довжини пластин відносно до напрямку набігаючого потоку повітря. Обтікання теплообмінного пакета потоком повітря супроводжується перерозподілом у міжреберних каналах швидкісних складових потоку на ділянках контакту труб 2 з пластинами 3, причому розташування рядів у пакеті з чергуванням направленості ширини та приведеної довжини пластин відносно до

45 напрямку набігаючого потоку теплоносія призводить до організації по глибині пакета у міжреберних каналах пульсуючого потоку.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

50 Теплообмінний пакет, що містить паралельно розташовані ряди труб з оребренням, яке виконано у вигляді пластин, що насаджені під кутом відносно осі труби, причому приведена довжина пластин більша їх ширини, який **відрізняється** тим, що ряди труб з пластинчастим оребренням кожної труби розташовані у шаховому порядку, при цьому ряди у пакеті розташовані з чергуванням направленості ширини та приведеної довжини пластин відносно до напрямку набігаючого потоку повітря.



Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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