



УКРАЇНА

(19) UA (11) 41621 (13) U
(51) МПК (2009)
F28D 15/00
F28D 15/02
F28F 13/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ТЕПЛООБМІННИЙ БЛОК ТЕПЛОУТИЛІЗАТОРА

1

(21) u200901021

(22) 09.02.2009

(24) 25.05.2009

(46) 25.05.2009, Бюл.№ 10, 2009 р.

(72) НІЩИК ОЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ, UA, ГЕР-
ШУНІ ОЛЕКСАНДР НАУМОВИЧ, UA, ПИСЬМЕН-
НИЙ ЄВГЕН МИКОЛАЙОВИЧ, UA(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ "КІЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИ-
ТУТ", UA

2

(57) Теплообмінний блок теплоутилізатора, який містить пакет пластин з рядами отворів з відбортанням, що входять в отвори суміжних пластин з утворенням труб, причому кожна з утворених труб споряджена з однієї із сторін пакета глухим дном, з іншої сторони пристроєм для заповнення теплоносієм, звільнена від повітря і частково заповнена теплоносієм та герметизована, який **відрізняється** тим, що отвори мають плоско-овальну форму.

Корисна модель відноситься до галузі енергетики і може бути використана при розробці утилізаторів теплоти відхідних потоків від паливо-та енерговикористовуючого устаткування.

Відомий теплообмінний блок [див. книгу Теплотехнический справочник. В 2-х т. Т.2.-М.: Энергия, 1976, с.543, рис.8-3, а] містить пакет оребрених труб, закріплених в трубних дошках. Ефективність такого теплообмінного блоку є невисокою внаслідок неможливості розвивати поверхню теплообміну з боку теплоносія, що рухається всередині труб та реалізації в ньому тільки перехресного режиму руху теплоносіїв.

Інший відомий пластинчато-трубний блок теплообмінника [див. патент Великобританії №1038556, МПК F4S, опубл. 1966] містить пакет пластин з рядами круглих отворів з відбортанням, що входять в отвори суміжних пластин з утворенням труб. В цьому технічному рішенні досягнуто збільшення поверхні теплообміну з боку одного з теплоносіїв, а саме того, що рухається між пластинами, шляхом заповнення об'єму теплообмінного блоку розміщеними на невеликій відстані одне від одного пластинами, отвори з відбортанням яких перетворюються при монтуванні блоку в труби, призначені для пропускання іншого теплоносія. Тобто відносно невелика площа ребер аналога замінена в цьому технічному рішенні на значно більшу площу пластин, що займають весь простір між утвореними трубами і є по суті суцільними ребрами, спільними для всіх труб.

До головного недоліку цього аналогу, так як і попереднього, відноситься низька інтенсивність

теплообміну між середовищами, між якими відбувається теплообмін. Це обумовлено як низькою інтенсивністю теплообміну зі сторони середовища, яке рухається всередині труб, внаслідок малої площі поверхні теплообміну та малоефективним режимом повздовжнього обтікання внутрішньої поверхні труб, так і застосуванням режимом взаємного руху теплоносіїв, а саме перехресним. Цей режим поступається найбільш ефективному протитечівому (зустрічному) режимові за показником підвищення температури холодного теплоносія при тій же відносній площі теплообміну (див. книгу А.Фраас, М.Оцисик. Расчет и конструирование теплообменников.-М.: Атомиздат, 1971, с.6, рис.1.2, де, наприклад, при відносній поверхні теплообміну, рівній 1, відношення підвищення температури теплоносія до різниці вхідних температур теплоносіїв у відсотках складає: прямоточний рух - близько 37, перехресний рух - близько 55, протитечівий рух - близько 64).

В якості найближчого аналогу вибраний найбільш близький за технічною суттю теплообмінний блок теплоутилізатора [див. патент України №34409, МПК F28D15/00, F28D15/02, F28F1/00, F28F13/00, опубл. 2008], що містить пакет пластин з рядами отворів з відбортанням, що входять в отвори суміжних пластин з утворенням труб, причому кожна з утворених труб споряджена з однієї із сторін пакета глухим дном, з іншої сторони пристроєм для заповнення теплоносієм, звільнена від повітря і частково заповнена теплоносієм та герметизована. Отвори мають круглу форму.

(19) UA (11) 41621 (13) U

Спорядження кожної з утворених труб з однієї із сторін пакета пластин глухим дном, з іншої сторони пристроєм для заповнення теплоносієм, звільнення цих труб від повітря і часткове заповнення їх теплоносієм з наступною герметизацією дозволяє забезпечити підвищення ефективності роботи в порівнянні з аналогом за рахунок реалізації в кожній з утворених труб при функціонуванні теплоутилізатора з пропонованим теплообмінним блоком випаровувально-конденсаційного контуру. Багаторазове збільшення поверхні теплообміну з боку теплоносія, для руху якого в технічному рішенні-аналогові були призначені труби, досягається тим, що внутрішню поверхню труб замінено на розгалужену поверхню теплообміну, набрану з пластин, а зв'язок між потоками теплоносіїв з різною температурою, що проходять через теплообмінний блок у відокремлених за допомогою однієї з ущільнених у корпусі теплоутилізатора пластин камерах, ефективно здійснюється за допомогою випаровувально-конденсаційних контурів всередині утворених труб, що передають тепловий потік з однієї камери в іншу. При цьому температура по всій поверхні випаровувальних частин контурів, як і по всій поверхні конденсаційних частин контурів буде приблизно однаковою в теплоутилізаторі з теплообмінним блоком-прототипом реалізований ефективний спосіб теплообміну як зі сторони гарячого, так і холодного середовища, а саме шляхом поперечного обтікання гарячим і холодним потоками теплоносіїв зовнішніх поверхонь випаровувально-конденсаційних контурів, що являють собою пакет пластин. В теплоутилізаторі з теплообмінним блоком-прототипом може використовуватись як найбільш ефективний протитечієвий (зустрічний) режим руху теплоносіїв, при якому забезпечується найкраще використання існуючої різниці температур між теплоносіями та найбільше змінювання температури кожного з теплоносіїв [див., наприклад книгу Справочник по теплообмінникам: в 2 т. Т.1.- М.: Энергоатомиздат, 1987, с.7,8], так і, при необхідності, прототечієвий (паралельний рух) теплоносіїв.

В той же час недоліком даного технічного рішення є те, що кругла в перерізі форма утворюваних труб не є оптимальною за тепловими і аеродинамічними характеристиками, так як аеродинамічний опір пучка труб круглої форми в перерізі більший в порівнянні з трубами більш обтічної форми, до яких належать плоско-овальні або, як їх ще називають, овалоподібні в перерізі труби [див., наприклад, книгу В.М. Антуфьев. Эффективность различных форм конвективных поверхностей нагрева. -М.-Л.: Энергия. -1966, с.28, 29, табл.2-3].

В основу корисної моделі поставлено задачу створення теплообмінного блоку теплоутилізатора, в якому нова форма труб дозволила б забезпечити підвищення ефективності роботи.

Поставлена задача вирішується тим, що в теплообмінному блоку теплоутилізатора, який містить пакет пластин з рядами отворів з відбортванням, що входять в отвори суміжних пластин з утворенням труб, причому кожна з утворених труб споряджена з однієї із сторін пакета глухим дном,

з іншої сторони пристроєм для заповнення теплоносієм, звільнена від повітря і частково заповнена теплоносієм та герметизована, згідно з корисною моделлю, отвори мають плоско-овальну форму.

Виконання отворів плоско-овальної форми дозволяє забезпечити підвищення ефективності роботи поверхонь з труб цієї форми в перерізі в порівнянні з прототипом, так як вони мають кращі теплові характеристики за рахунок більших величин коефіцієнтів тепловіддачі α в порівнянні з круглотрубними пучками при одних і тих же діаметрах круглих труб і діаметрах закруглень плоско-овальних труб в перерізі та поперечних і повздовжніх кроків труб в пучках [див. книгу В.М. Антуфьев. Эффективность различных форм конвективных поверхностей нагрева. - М.-Л.: Энергия. -1966, с.32, рис.2-3, а]. При одних і тих же питомих витратах потужності N_0 на подолання аеродинамічного опору, що виникає під час руху теплоносія крізь пучок труб заданого профілю, процес тепловіддачі від плоско-овальних в перерізі труб характеризуються більшими величинами коефіцієнтів тепловіддачі, наприклад при $N_0 = 500$ величина α для поверхонь з плоско-овальними трубами в перерізі складає $\alpha \approx 220 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ для шахматного розміщення труб у пучку, тоді як для гладкотрубного шахматного пучка величина α при тому ж значенні $N_0 = 500$ складає приблизно $170 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ (діаметр круглих труб і діаметр закруглень плоско-овальних в перерізі труб складає 20мм, довжина повздовжньої осі плоско-овальних труб в перерізі складає 3,5 цього діаметра, величини поперечних і повздовжніх кроків труб складають відповідно 2,48 і 3,71мм, а потік середовища, що омиває зовнішню поверхню труб, рухається паралельно повздовжній осі плоско-овальних труб).

Технічна суть та принцип дії запропонованого теплообмінного блоку теплоутилізатора пояснюється кресленням.

На Фіг.1 зображений теплообмінний блок теплоутилізатора з коридорним розміщенням отворів, загальний вигляд;

на Фіг.2 - окрема пластина теплообмінного блоку;

на Фіг.3 - вид А з Фіг.1;

на Фіг.4 - переріз Б-Б з Фіг.3;

на Фіг.5 - теплообмінний блок теплоутилізатора з шахматним розміщенням отворів, загальний вигляд;

на Фіг.6 - теплообмінний блок у корпусі теплоутилізатора.

Теплообмінний блок теплоутилізатора містить пакет пластин 1 з рядами отворів плоско-овальної форми 2 з відбортванням 3, яке входить в отвори суміжних пластин 1 з утворенням труб 4 плоско-овальної форми в перерізі. Кожна з плоско-овальних труб 4 споряджена з однієї із сторін пакета глухим дном 5, а з іншої - дном з пристроєм для заповнення труб теплоносієм 6. В теплообмінному блоку отвори 2 можуть розміщуватись порізному, може використовуватись коридорне розміщення (Фіг.1), шахматне (Фіг.5) або інше. При розміщенні теплообмінного блоку в корпусі теплоутилізатора 7 одна з пластин 1 ущільнюється в

корпусі 7, утворюючи камери: 8 - для гарячого і 9 - для холодного теплоносіїв.

Теплообмінний блок теплоутилізатора працює наступним чином. Теплообмінний блок встановлюється в корпусі теплоутилізатора 7 так, що утворені труби 4 плоско-овальної форми в перерізі займають вертикальну або близьку до вертикальної орієнтацію. Одна з пластин 1 ущільнюється в корпусі 7 з утворенням камер для гарячого 8 та холодного 9 середовища. Гаряче середовище, наприклад відхідні димові гази подається в камеру 8. Холодне середовище, яке повинно бути нагріте, наприклад повітря, подається у камеру для холодного середовища 9.

Гаряче середовище рухається в камері 8, де нагріває нижні ділянки труб 4, охолоджується та виходить з іншої сторони утилізатора. Теплоносій в трубах 4, кожна з яких являє собою випаровувально-конденсаційний контур, випаровується або кипить і переносить у вигляді пари за рахунок прихованої теплоти випаровування тепловий потік у камеру 9 для холодного середовища. У цій камері 9 теплоносій на верхніх ділянках труб 4 конденсується при охолодженні холодним середовищем, яке при цьому нагрівається. Сконденсований теплоносій труб 4 повертається у вигляді рідини на нижні ділянки цих труб 4 у камеру 8 для гарячого середовища. Далі цикл повторюється.

Виготовлена модель теплообмінного блоку з п'яти сталевих пластин товщиною 1мм розміром 158×100мм, кожна з яких мала по одному отвору

плоско-овальної форми з відбортунням. Шляхом посадки з натягом відбортуння пластин в отвори суміжних пластин (крім першої пластини теплообмінного блоку) була утворена труба плоско-овальної форми в перерізі - діаметр закруглень 30мм, довжина повздовжньої осі - 105мм. Після збірки теплообмінного блоку для досягнення герметичності він покривався вуглекислою міддю, розведеною водою (див. а.с. СРСР №977130) та прогрівався при температурі 1100-1150°C [див. статтю С. Гопін. Изобретено в СССР //Изобретатель и рационализатор. -1988. -№10. - С.18-19].

В результаті проведених вимірювань і розрахунків було встановлено наступне.

1. Виконання моделі теплообмінного блоку дозволило впевнитись у можливості виготовлення теплоутилізаційного обладнання з використанням випаровувально-конденсаційних контурів без застосування товстостінних несучих труб для їх виготовлення.

2. Як показали проведені вимірювання і розрахунки, дане технічне рішення дозволяє досягти високих значень показника конструктивної компактності F/V (порядку 700м^2 поверхні теплообміну на 1м^3 габаритного об'єму теплообмінного блоку теплоутилізатора) та вагового показника або показника конструктивної матеріалоемності теплообмінного блоку (маса теплообмінного блоку порядку 2,5кг на 1м^2 поверхні теплообміну теплообмінного блоку теплоутилізатора).

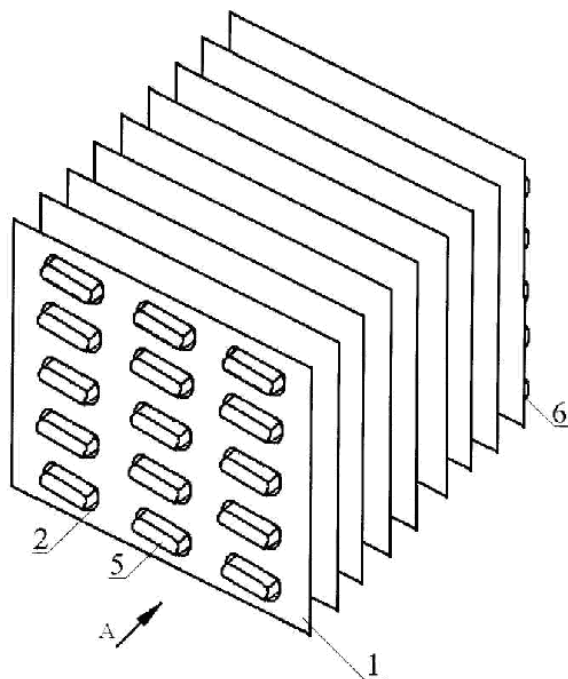
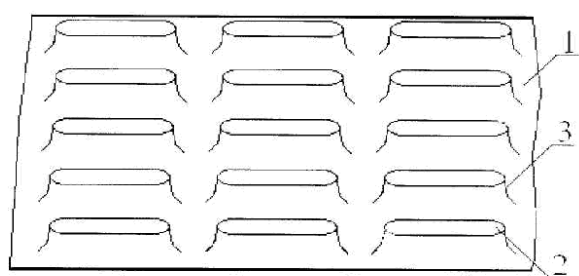
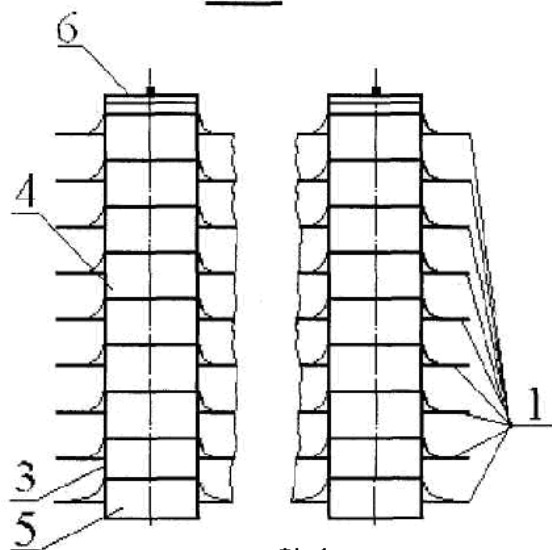


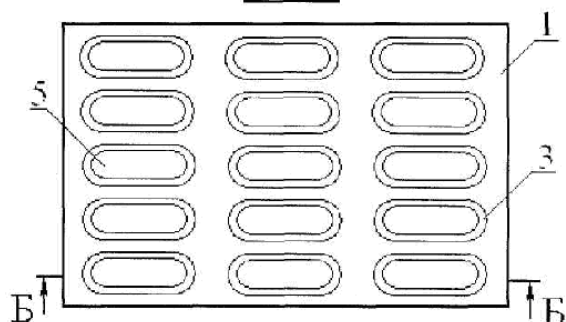
Fig. 1



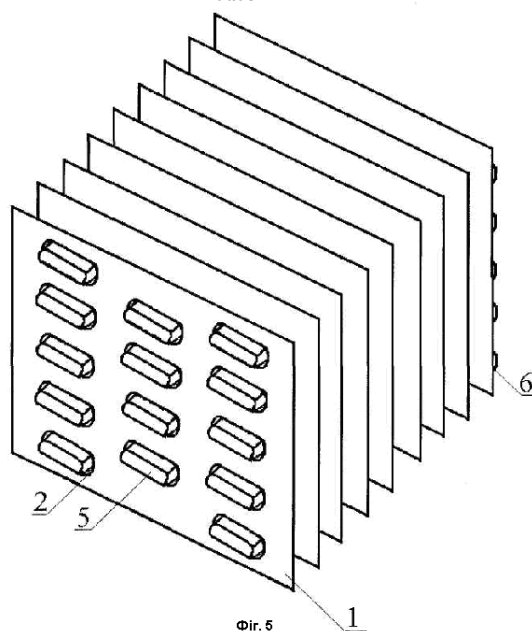
Фиг. 2

Б-Б

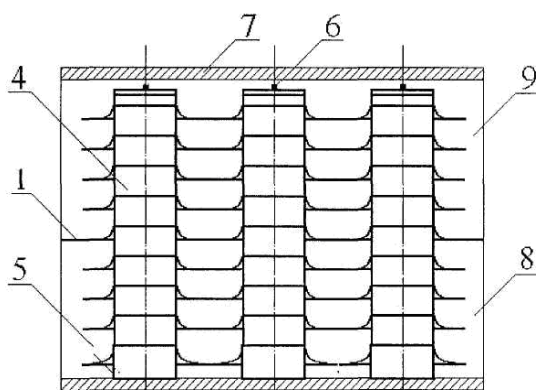
Фиг. 4

Вид А

Фиг. 3



Фиг. 5



Фиг. 6