



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **85596** (13) **U**
(51) МПК (2013.01)
F28D 15/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2013 06693	(72) Винахідник(и): Письменний Євген Миколайович (UA), Ніколаєнко Юрій Єгорович (UA), Кравець Володимир Юрійович (UA), Алексеїк Євгеній Сергійович (UA), Мельник Роман Сергійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 29.05.2013	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.11.2013	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.11.2013, Бюл.№ 22	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", пр. Перемоги, 37, м. Київ-56, 03056 (UA)

(54) КОМБІНОВАНА ТЕПЛОПЕРЕДАВАЛЬНА СИСТЕМА ВИПАРНО-КОНДЕНСАЦІЙНОГО ТИПУ

(57) Реферат:

Комбінована теплопередавальна система випарно-конденсаційного типу, що складається щонайменше з двох теплопередавальних пристроїв випарно-конденсаційного типу з зонами нагріву та охолодження, причому зона охолодження першого теплопередавального пристрою з'єднана з забезпеченням теплового контакту з зоною нагріву другого теплопередавального пристрою, а зона охолодження другого теплопередавального пристрою оснащена щонайменше одним ребром охолодження, причому другий теплопередавальний пристрій виконано у вигляді пульсаційної теплової труби, суміщеної з ребром охолодження, а ребро охолодження додатково з'єднано з забезпеченням теплового контакту з зоною охолодження першого теплопередавального пристрою.

UA 85596 U

Корисна модель належить до теплотехніки, зокрема до теплопередавальних систем випарно-конденсаційного типу, що використовуються для відведення теплоти від джерела теплоти до охолоджуючого середовища.

Відомий теплопередавальний пристрій випарно-конденсаційного типу - тепла труба (див. авторське свідоцтво № 976281 (СССР), МПК F28D15/00, опубл. в БИ № 43, 1982 г.), що містить частково заповнений рідким теплоносієм корпус з зонами випаровування та конденсації, причому остання ззовні оснащена поперечними ребрами охолодження, а всередині розподілена перетинками на сегментні відсіки, що дозволяє знизити інерційність терморегулювання. Недоліком такого теплопередавального пристрою є значний тепловий опір при відведенні теплоти від нього вільною або вимушеною конвекцією повітря, що обумовлено значним термічним опором теплопередачі від поверхні теплообміну до оточуючого повітря внаслідок низької ефективності ребер при збільшенні їхньої довжини (див. Керн Д., Краус А. Развитые поверхности теплообмена. М.: Энергия, 1981, с. 80).

Система охолодження випарно-конденсаційного типу, відома з статті: В.И. Гниличенко, Г.Ф. Смирнов, В.Б. Ткаченко. Тепловые трубы в системах обеспечения тепловых режимов электронных средств. - Технология и конструирование в электронной аппаратуре. - 1999. - № 4. - С. 15-20, рис. 2 на с. 16, містить плоскі теплові труби, вмонтовані в радіоелектронний блок з мікросхемами, що знаходяться в тепловому контакті з зонами нагріву теплових труб, а поверхня корпусу теплових труб в зоні охолодження оснащена повітряним теплообмінником у вигляді набору металевих пластин, між якими встановлено гофровані смужки для збільшення поверхні теплообміну. Таке технічне рішення дозволяє зменшити тепловий опір системи, але призводить до збільшення габаритних розмірів та маси системи.

Відомий теплопередавальний пристрій випарно-конденсаційного типу - аміачна тепла труба, що використовується як тепла паля для заморожування ґрунту (див., наприклад, книгу С. Чи. Тепловые трубы: Теория и практика. - М.: Машиностроение, 1981, с. 38-40, рис. 1.25). Корпус теплової труби виконано з сталі. На поверхні корпусу в зоні теплопідведення встановлено ребра у вигляді поздовжніх пластин, а на поверхні тепловідведення - ребра у вигляді поперечних (перший варіант) або поздовжніх (другий варіант) пластин. Недоліком відомого пристрою є значний термічний опір пристрою внаслідок низької ефективності ребер, що обумовлено відносно низькою теплопровідністю сталі.

Комбінований теплопередавальний пристрій випарно-конденсаційного типу, відомий з авторського свідоцтва № 947613 (СССР), МПК F28D15/00, опубл. в БИ № 28, 1982 р., містить дві фреонові теплові труби, з'єднані між собою з забезпеченням теплового контакту за допомогою монолітного блоку з теплопровідного матеріалу з отворами для зони охолодження першої теплової труби і зони нагріву другої теплової труби. Торцева ділянка зони охолодження першої теплової труби виведена за межі блоку, що дозволяє збільшити строк служби та зменшити тепловий опір теплопередавального пристрою за рахунок виключення з процесу теплопередачі ділянки зони конденсації першої теплової труби, заблокованої неконденсованим газом, який може утворюватися в процесі експлуатації. Недоліком цього пристрою є значний термічний опір, що обумовлено значним термічним опором зовнішнього теплообміну з поверхні зони охолодження другої теплової труби з нерозвиненою поверхнею теплообміну.

Відома система охолодження потужного електронного надвисокочастотного приладу, що містить декілька теплопередавальних пристроїв, що працюють з використанням замкнутого циклу "випаровування-конденсація", розміщених всередині циліндричного корпусу, зовнішня поверхня якого в зоні конденсації теплоносія оснащена ребрами охолодження (див. патент США № 4601331, МПК H01J7/28, F28D15/00, опубл. 22.07.1986 р). До недоліків зазначеного технічного рішення відноситься значний термічний опір ребер охолодження у зв'язку з низькою ефективністю ребра, що обмежує термічний опір системи в цілому.

Як найближчий аналог запропонованої корисної моделі вибрана комбінована теплопередавальна система випарно-конденсаційного типу для охолодження блочної радіоелектронної апаратури, відома з авторського свідоцтва № 438155 (СССР), МПК H05K 7/20, опубл. в БИ № 28, 1974 г., що містить щонайменше два теплопередавальних пристрої випарно-конденсаційного типу, виконані у вигляді теплових труб, зона охолодження першого теплопередавального пристрою - теплової труби, що є складовою частиною радіоелектронного блока, з'єднана з забезпеченням теплового контакту з зоною нагріву другого теплопередавального пристрою - колекторної теплової труби, причому зона охолодження колекторної теплової труби оснащена ребрами охолодження, виконаними у вигляді пластин, що утворюють теплообмінник, а на протилежному кінці колекторної теплової труби виконано нагрівач для роз'єднання теплових труб. Перший та другий теплопередавальні пристрої виконано з матеріалів з різними коефіцієнтами лінійного розширення, що дозволяє з'єднувати їх

з натягом шляхом розміщення зони охолодження циліндричної форми теплової труби блока в циліндричному отворі колекторної теплової труби, завдяки чому знижується контактний термічний опір теплового контакту двох теплових труб між собою.

Недоліком найближчого аналогу є значний термічний опір системи в цілому та значний перепад температури між зоною нагріву теплової труби блока та оточуючим середовищем, що обумовлено низькою ефективністю ребер охолодження та значним термічним опором теплообміну з поверхні ребер охолодження до оточуючого середовища.

В основу технічного рішення, що заявляється, поставлено задачу створити таку комбіновану теплопередавальну систему випарно-конденсаційного типу, що складається щонайменше з двох теплопередавальних пристроїв випарно-конденсаційного типу, з'єднаних між собою з забезпеченням теплового контакту, та містить на поверхні зони охолодження одного з теплопередавальних пристроїв ребра охолодження, яка б забезпечила зниження термічного опору системи та, відповідно, перепаду температури між зоною нагріву системи та оточуючим середовищем.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що в комбінованій теплопередавальній системі випарно-конденсаційного типу, що складається щонайменше з двох теплопередавальних пристроїв випарно-конденсаційного типу з зонами нагріву та охолодження, причому зона охолодження першого теплопередавального пристрою з'єднана з забезпеченням теплового контакту з зоною нагріву другого теплопередавального пристрою, а зона охолодження другого теплопередавального пристрою оснащена щонайменше одним ребром охолодження, другий теплопередавальний пристрій виконано у вигляді пульсаційної теплової труби, а ребро охолодження додатково з'єднано з забезпеченням теплового контакту з зоною охолодження першого теплопередавального пристрою. Ребро охолодження виконано у вигляді пластини, а зона охолодження пульсаційної теплової труби суміщена з тілом пластини та з'єднана з ним з забезпеченням теплового контакту за допомогою паяння, склеювання, спікання, зварювання, механічного притискування тощо або виконана в тілі ребра охолодження. Перший теплопередавальний пристрій виконано у вигляді теплової труби або термосифону.

Виконання другого теплопередавального пристрою у вигляді пульсаційної теплової труби, суміщеної з ребром охолодження, та з'єднання їх з забезпеченням теплового контакту з зоною охолодження першого теплопередавального пристрою дозволяє у сукупності з іншими суттєвими ознаками, на відміну від найближчого аналогу, за рахунок збільшення ефективної теплопровідності ребра охолодження, з'єданого з пульсаційною тепловою трубою, підвищити температуру поверхні ділянок ребра, віддалених від його основи, знизити еквівалентний термічний опір теплопередачі з поверхні зони охолодження першого теплопередавального пристрою до оточуючого середовища та відповідно знизити термічний опір теплопередавальної системи в цілому і, відповідно, перепад температури при передачі теплоти від її зони нагріву до оточуючого середовища при заданій температурі в зоні нагріву.

Суть та принцип дії запропонованої комбінованої теплопередавальної системи випарно-конденсаційного типу пояснюються кресленнями. На фіг. 1 наведено загальний вигляд комбінованої теплопередавальної системи; на фіг. 2 - фрагмент I у збільшеному масштабі з поздовжнім розрізом.

Комбінована теплопередавальна система випарно-конденсаційного типу містить щонайменше два теплопередавальні пристрої випарно-конденсаційного типу: перший теплопередавальний пристрій 1 та другий теплопередавальний пристрій 2 з зонами нагріву та охолодження (фіг. 1). Перший теплопередавальний пристрій 1 виконано, наприклад, у вигляді теплової труби з шаром капілярної структури 3 на внутрішній поверхні герметичного вакуумованого корпусу 4 (див. фіг. 2). Шар капілярної структури 3 насичено рідким теплоносієм, корозійно сумісним з матеріалами корпусу 4 та шару капілярної структури 3. Другий теплопередавальний пристрій 2 виконано у вигляді пульсаційної теплової труби, герметичний вакуумований корпус 5 якої виготовлено з металевої тонкої трубки. Корпус 5 пульсаційної теплової труби частково заповнено рідким теплоносієм, корозійно сумісним з матеріалом трубки. Зона нагріву 6 першого теплопередавального пристрою 1 призначена для підведення теплоти, наприклад, шляхом конвекції або теплопровідності від нагрітого середовища або тіла (підведення та відведення теплоти на фіг. 1 показано стрілками). Зона охолодження 7 першого теплопередавального пристрою 1 з'єднана з забезпеченням теплового контакту, наприклад за допомогою паяння припоєм 8 (фіг. 2), зварювання, спікання, склеювання теплопровідним клеєм, механічним притискуванням тощо, з зоною нагріву 9 другого теплопередавального пристрою 2. Зоною нагріву 9 другого теплопередавального пристрою 2 є зігнуті ділянки петель пульсаційної теплової труби, що з'єднані з забезпеченням теплового контакту з зоною охолодження 7 першого теплопередавального пристрою 1. Зонами охолодження 10 другого

теплопередавального пристрою 2 є всі інші ділянки пульсаційної теплової труби, крім тих, що з'єднані з зоною охолодження першого теплопередавального пристрою. Зони охолодження 10 другого теплопередавального пристрою 2 оснащені щонайменше одним ребром охолодження 11, виконаним у вигляді, наприклад, пластини з теплопровідного матеріалу, причому ребро охолодження 11 додатково з'єднано з забезпеченням теплового контакту з зоною охолодження 7 першого теплопередавального пристрою 1. Зони охолодження 10 другого теплопередавального пристрою 2 (пульсаційної теплової труби) суміщені з тілом пластини та з'єднані з ним з забезпеченням теплового контакту за допомогою паяння, склеювання, спікання, зварювання, механічного притискування тощо.

В межах формули даної корисної моделі можливі й інші варіанти виконання комбінованої теплопередавальної системи випарно-конденсаційного типу. Наприклад, комбінована теплопередавальна система випарно-конденсаційного типу може мати більше двох теплопередавальних пристроїв. Перший теплопередавальний пристрій може бути виконано у вигляді теплової труби або термосифона. Теплова труба або термосифон може мати більше двох ребер охолодження, принаймні частина з яких суміщена з забезпеченням теплового контакту з однією або декількома пульсаційними тепловими трубами. Як варіант, пульсаційні теплові труби та ребра охолодження можуть бути виконані як з одного матеріалу, так і з різних матеріалів.

Робота запропонованої комбінованої теплопередавальної системи випарно-конденсаційного типу здійснюється наступним чином. При підведенні теплового потоку до зони нагріву 7 першого теплопередавального пристрою 1 (підведення теплового потоку на фіг. 1 показано стрілками) рідкий теплоносіє, що знаходиться в шарі капілярної структури 3 на внутрішній поверхні корпусу 4 теплової труби в зоні нагріву, починає випаровуватися або кипіти (в залежності від густини теплового потоку), інтенсивно поглинаючи при цьому підведену теплоту. Пара теплоносія поступає в зону охолодження 7 теплової труби і конденсується на її внутрішній поверхні, віддаючи теплоту корпусу 4 теплової труби. Конденсат теплоносія, завдяки дії капілярних сил та сили гравітації повертається по шару капілярної структури 3 з зони охолодження до зони нагріву 6 і цикл випаровування-конденсації в першому теплопередавальному пристрої повторюється. Теплота, що передається таким чином першим теплопередавальним пристроєм, далі передається від його корпусу 4 в зоні охолодження 7 зонам нагріву 8 другого теплопередавального пристрою 2 - пульсаційної теплової труби та основі ребра охолодження 11, що з'єднані з забезпеченням теплового контакту з зоною охолодження 7 першого теплопередавального пристрою 1. Під дією підведеної теплоти в пульсаційній тепловій трубі починається утворення та постійний пульсаційний рух паро-рідинних снарядів, завдяки чому тепловий потік з мінімальним термічним опором ($0,1-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$) ефективно передається по всій довжині пульсаційної теплової труби до з'єданого з нею з забезпеченням теплового контакту ребра охолодження 11, нагріваючи при цьому всі, в тому числі й віддалені, ділянки ребра до температури, близької до температури зони нагріву пульсаційної теплової труби (принцип роботи пульсаційної теплової труби відомий і наведений, наприклад, в книзі: Смирнов Г.Ф., Бурдо О.Г. Моделирование процессов в тепловых трубах и термосифонах. - Одесса: "Полиграф", 2012, с. 43-65). Завдяки високій ефективності ребра охолодження, суміщеного з пульсаційною тепловою трубою, температура всієї теплообмінної поверхні ребра охолодження 11, у порівнянні з найближчим аналогом, досягає більш високого значення, що забезпечує більш ефективно розсіювання теплоти в оточуюче повітря (на фіг. 1 розсіювання теплоти з поверхні ребра охолодження показано стрілками).

Виконання другого теплопередавального пристрою у вигляді пульсаційної теплової труби, суміщеної з ребром охолодження, та з'єднання їх з забезпеченням теплового контакту з зоною охолодження першого теплопередавального пристрою дозволяє у сукупності з іншими суттєвими ознаками, на відміну від найближчого аналога, за рахунок збільшення ефективності ребра охолодження, з'єданого з пульсаційною тепловою трубою, підвищити температуру всієї поверхні ребра, в т.ч. і його ділянок, віддалених від основи ребра, знизити еквівалентний термічний опір теплопередачі з поверхні зони охолодження першого теплопередавального пристрою до оточуючого середовища та відповідно знизити термічний опір теплопередавальної системи в цілому і, відповідно, знизити перепад температури по системі.

Розрахунки показують, що при розмірах ребра охолодження $105\times 130\text{ мм}$, виконаного із міді, суміщеного та з'єданого з забезпеченням теплового контакту з пульсаційною тепловою трубою з термічним опором $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, загальний термічний опір комбінованої теплопередавальної системи випарно-конденсаційного типу в умовах вільної конвекції повітря зменшується у порівнянні з прототипом на $3,6\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$. Таке зниження термічного опору системи еквівалентно, наприклад, зниженню на $360\text{ }^{\circ}\text{C}$ перепаду температури між зоною нагріву першого

теплопередавального пристрою та оточуючим повітрям в умовах вільної конвекції повітря при передачі теплового потоку 100 Вт.

- Таким чином, запропонована комбінована теплопередавальна система випарно-конденсаційного типу є новою, забезпечує суттєве зниження термічного опору системи та відповідне зменшення перепаду температури при передачі теплоти від її зони нагріву до оточуючого середовища при заданій температурі в зоні нагріву, має винахідницький рівень і є промислово придатною.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

10

1. Комбінована теплопередавальна система випарно-конденсаційного типу, що складається щонайменше з двох теплопередавальних пристроїв випарно-конденсаційного типу з зонами нагріву та охолодження, причому зона охолодження першого теплопередавального пристрою з'єднана з забезпеченням теплового контакту з зоною нагріву другого теплопередавального пристрою, а зона охолодження другого теплопередавального пристрою оснащена щонайменше одним ребром охолодження, яка **відрізняється** тим, що другий теплопередавальний пристрій виконано у вигляді пульсаційної теплової труби, суміщеної з ребром охолодження, а ребро охолодження додатково з'єднано з забезпеченням теплового контакту з зоною охолодження першого теплопередавального пристрою.

15

20

2. Комбінована теплопередавальна система випарно-конденсаційного типу за п. 1, яка **відрізняється** тим, що перший теплопередавальний пристрій виконано у вигляді теплової труби або термосифону.

25

3. Комбінована теплопередавальна система випарно-конденсаційного типу за п. 1 та 2, яка **відрізняється** тим, що ребро охолодження виконано у вигляді пластини, а зона охолодження пульсаційної теплової труби суміщена з тілом пластини та з'єднана з ним з забезпеченням теплового контакту за допомогою паяння, склеювання, спікання, зварювання, механічного притискування або виконана в тілі ребра охолодження.

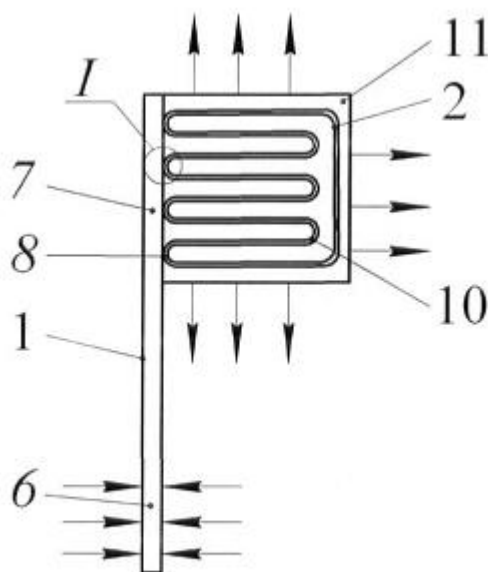


Fig. 1

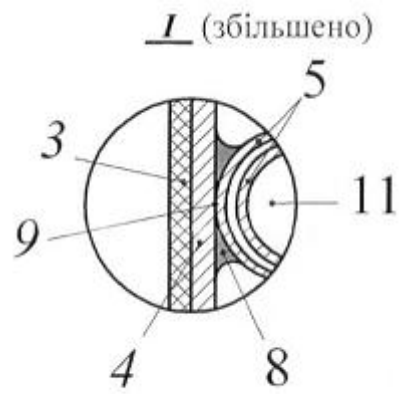


Fig. 2

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

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