



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **121573** (13) **U**  
(51) МПК

*H05B 3/08* (2006.01)

*H05B 3/20* (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

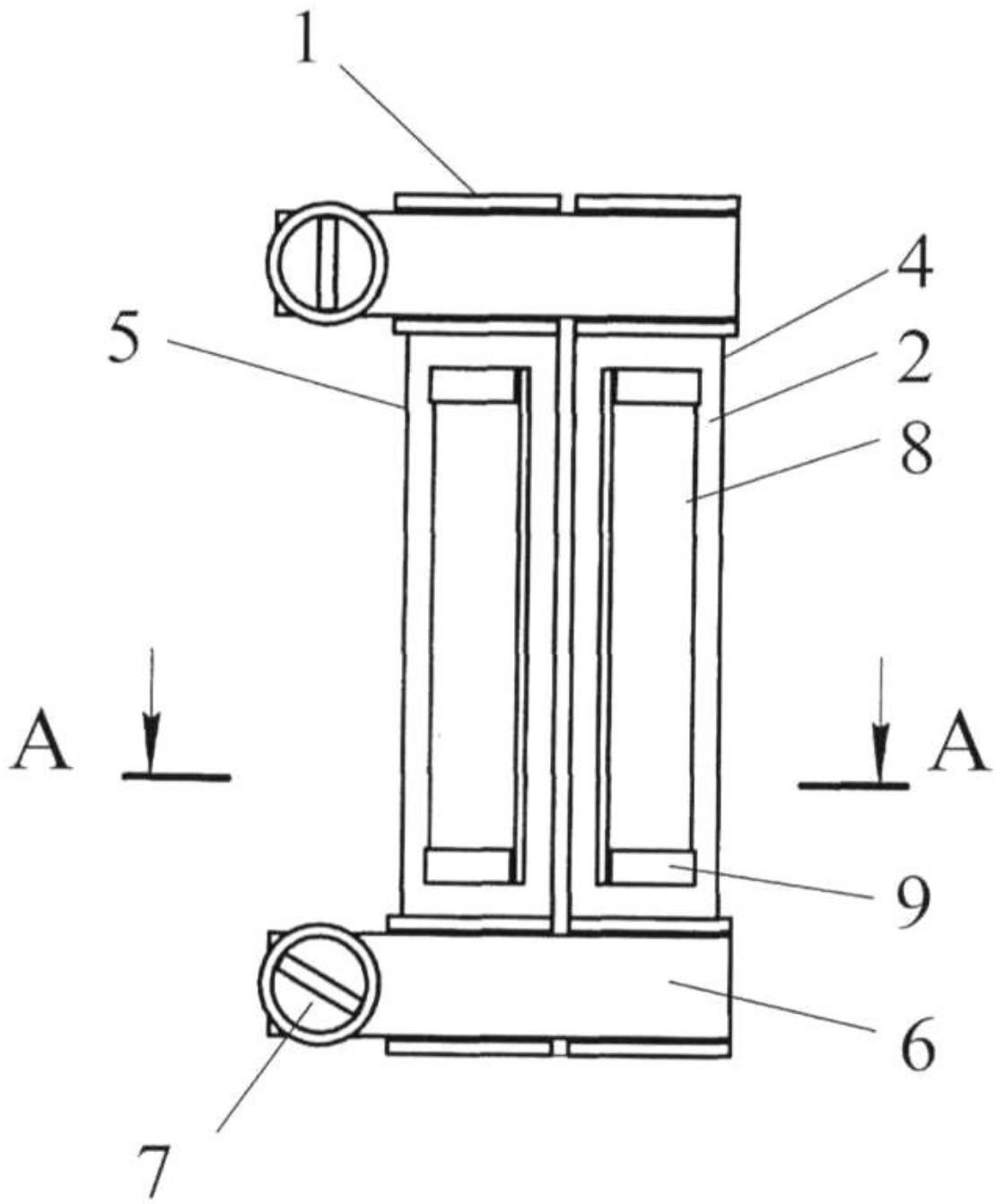
<p>(21) Номер заявки: <b>u 2017 06054</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>16.06.2017</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>11.12.2017</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>11.12.2017, Бюл.№ 23</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Ніколаєнко Юрій Єгорович (UA), Мельник Роман Сергійович (UA), Руденко Олександр Ігорович (UA), Ротнер Сергій Михайлович (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО", просп. Перемоги, 37, м. Київ-56, 03056 (UA)</b></p>
--	--

**(54) ІМІТАТОР ТЕПЛОВОГО ПОТОКУ**

**(57) Реферат:**

Імітатор теплового потоку, що містить підкладку у вигляді труби з внутрішнім отвором циліндричної форми, на поверхні якої розташований нагрівальний елемент, виконаний з легованої алмазоподібної плівки, та контактні площадки, розташовані на краях нагрівального елемента, причому нагрівальний елемент виконаний у вигляді щонайменше чотирьох окремих плоских частин, кожна з яких має свої контактні площадки для електричного з'єднання між собою та підключення до джерела живлення, на зовнішній поверхні труби виконані щонайменше чотири плоскі грані, на яких з забезпеченням теплового контакту встановлені окремі плоскі частини нагрівального елемента, підкладка виконана рознімною та складається щонайменше з двох частин, які стягнуті між собою за допомогою стягувальних елементів, розташованих на краях рознімної підкладки, причому на кожній частині рознімної підкладки встановлено щонайменше по дві окремі плоскі частини нагрівального елемента.

UA 121573 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до галузі теплотехніки, зокрема до конструкцій імітаторів теплового потоку, що використовуються під час проведення теплофізичних досліджень та випробувань теплопередавальних пристроїв, таких як теплові труби та термосифони.

5 При дослідженні теплових характеристик теплопередавальних пристроїв, наприклад теплових труб та термосифонів, для систем охолодження електронних компонентів з метою підведення до них теплового потоку, еквівалентного тепловому потоку від електронного компонента, використовуються різні методи нагріву та імітатори теплового потоку: радіаційні, контактні, омичні, індуктивні, електронні, циркулюючим теплоносієм, тощо [див. книгу М.Н. Ивановский, В.П. Сорокин, Б.А. Чулков, И.В. Ягодкин. Технологические основы тепловых труб. – М.: Атомиздат, 1980. - С. 72-76].

10 Найбільш часто в практиці теплофізичного експерименту використовуються електричні резистивні імітатори теплового потоку на основі дроту з матеріалу, що має високий питомий електричний опір, наприклад, з ніхрому, намотаних навколо зони нагріву теплопередавальний пристрою. Так, відомий імітатор теплового потоку [див. статтю: Zhi Hu Xue, Wei Qu. "Experimental and theoretical research on a ammonia pulsating heat pipe: New full visualization of flow pattern and operating mechanism study" // International Journal of Heat and Mass Transfer, 2017, vol. 106, pp. 149-166, fig. 5] виконано у вигляді дроту з високоомного матеріалу, який намотано навколо скляного корпусу пульсаційної теплової труби діаметром 6 мм на секції нагріву довжиною 100 мм. Відстань між витками дроту в декілька разів перевищує діаметр дроту, що дає можливість спостерігати за протіканням теплогідродинамічних процесів при роботі теплової труби.

20 Недоліком відомого імітатора теплового потоку є розігрівання дроту до температури, при якій починає руйнуватися шар теплоізоляції, яким вкривають імітатор теплового потоку для зменшення втрат теплоти. Крім того, його конструкція є нерознімною, що не дозволяє використовувати його для досліджень інших теплових труб.

25 Відомий імітатор теплового потоку виконаний у вигляді стрічки з матеріалу, що має високий питомий електричний опір, намотаної навколо зони нагріву скляного термосифону діаметром 12 мм на довжині 90 мм, який дозволяє імітувати тепловий потік потужністю від 10 до 50 Вт [див. статтю: L.A. Asirvatham, S. Wongwises, J. Babu. "Heat Transfer Performance of a Glass Thermosyphon Using Graphene-Acetone Nanofluid" // Journal of Heat Transfer, 2015, vol. 137, pp. 111502-1-111502-9, fig. 12].

30 Недоліком відомого імітатора теплового потоку є непридатність його для підведення теплового потоку до теплопередавального пристрою, корпус якого виконано з електропровідного матеріалу, наприклад з металу, що обмежує його функціональні можливості.

35 Для підведення теплового потоку до теплопередавальних пристроїв, корпус яких виконано з металу, використовуються імітатори теплового потоку, що містять шар електроізоляційного матеріалу, нанесений на корпус теплопередавального пристрою, поверх якого встановлено нагрівальний елемент. У відомому імітаторі теплового потоку [див. статтю: Хайрнасов С.М., Рассамакін Б.М... Алексеїк Є.С., Анісімова А.А. "Робочі характеристики алюмінієвих термосифонів для комбінованого сонячного колектора" // Наукові вісті НТУУ "КПІ", 2014, № 6, с. 42-48], що використовувався при теплофізичних дослідженнях алюмінієвих термосифонів, як нагрівальний елемент використана дровава спіраль з ніхрому, а як шар ізоляційного матеріалу - стрічка з склотканини. Ніхромова спіраль щільно намотана поверх шару електроізоляційного матеріалу. Кінці нагрівального елемента слугують контактними елементами для підключення нагрівального елемента до джерела живлення.

45 Недоліком відомого імітатора теплового потоку є неможливість швидкого зняття його з однієї ділянки теплопередавального пристрою та встановлення на іншу ділянку або на другий теплопередавальний пристрій.

50 Відомий імітатор тепловиділяючого елемента, що включає в себе оболонку і електронагрівальний стрижень, підключений до джерела живлення, які розділені між собою електроізолятором [див. патент Російської Федерації № 162139, МПК (2006.01) G21C 17/06, H05B 3/48, опубл. 27.05.2016 р., бюл. № 15]. Електронагрівальний стрижень виконаний з міді, а оболонка - з нержавіючої сталі. З одного боку оболонка і електронагрівальний стрижень з'єднані між собою в електричне коло, а з іншого боку оболонка і електронагрівальний стрижень

55 підключені до джерела живлення. Недоліком зазначеного імітатора тепловиділяючого елемента є неможливість встановлення його на теплопередавальний пристрій циліндричної форми, яку найбільш часто мають теплові труби та термосифони.

60 Відомий імітатор теплового потоку у вигляді нагрівача, що містить підкладку з теплопровідної кераміки товщиною 0,2-2,0 мм та розташований на її поверхні резистор,

виконаний з легованої алмазоподібної плівки товщиною 0,2-2,5 мкм, з контактними площадками, розташованими на кінцях резистора [див. патент Російської Федерації на корисну модель № 5311, МПК H05B 3/08, опубл. 16.10.1997 р.].

5 Однак відомий імітатор теплового потоку має підкладку плоскої форми, що не дозволяє використовувати його для підводу теплоти до теплопередавальних пристроїв циліндричної форми.

10 Як найближчий аналог до корисної моделі, що заявляється, вибрано імітатор теплового потоку у вигляді нагрівача, що містить підкладку з теплопровідної кераміки, шар діелектрика та розташований на його поверхні нагрівальний елемент, виконаний з легованої алмазоподібної плівки, і контактні площадки, які розташовані на кінцях нагрівального елемента, при цьому підкладка виконана у вигляді ділянки металевої труби, а шар діелектрика та нагрівальний елемент розташовані на зовнішній поверхні підкладки і по всій площі її поверхні [див. патент України на корисну модель № 2772, МПК H05B 3/0, опубл. 16.08.2004 р., бюл. № 8]. Підкладка має внутрішній отвір циліндричної форми. Завдяки внутрішньому отвору циліндричної форми в 15 підкладці імітатор теплового потоку можна встановлювати на теплопередавальний пристрій циліндричної форми.

Разом з тим, для встановлення теплопередавального пристрою в отвір імітатора теплового потоку діаметр внутрішнього отвору імітатора теплового потоку повинен бути більшим від зовнішнього діаметра теплопередавального пристрою. Зазвичай герметизацію торцевих кінців 20 теплопередавальних пристроїв циліндричної форми з алюмінієвих сплавів здійснюють приварюванням торцевих заглушок до корпусу теплопередавального пристрою аргонодуговим зварюванням. При цьому зварний шов, як правило, має напливи металу зверху зовнішньої поверхні корпусу теплопередавального пристрою. В разі наявності зварних швів з напливами металу на висоту до 1-2 мм на кінцях теплопередавального пристрою для встановлення імітатору теплового потоку на теплопередавальний пристрій зазор між ними повинен бути 25 відповідно досить значним, також біля 1-2 мм, що є неприпустимим з точки зору передачі теплоти з мінімальним контактним термічним опором і звужує функціональні можливості відомого імітатора теплового потоку, вибраного за найближчий аналог.

В основу технічного рішення, що заявляється, поставлено задачу створити імітатор теплового потоку для теплопередавальних пристроїв циліндричної форми з розширеними функціональними можливостями, придатний для встановлення його на теплопередавальний пристрій циліндричної форми з напливами металу на його кінцях, та який би можна було швидко знімати з однієї ділянки теплопередавального пристрою та встановлювати на іншу ділянку або на другий теплопередавальний пристрій.

35 Поставлена задача вирішується за рахунок того, що в імітаторі теплового потоку, що містить підкладку у вигляді труби з внутрішнім отвором циліндричної форми, на поверхні якої розташований нагрівальний елемент, виконаний з легованої алмазоподібної плівки, та контактні площадки, розташовані на краях нагрівального елемента, новим є те, що нагрівальний елемент виконаний у вигляді щонайменше чотирьох окремих плоских частин, кожна з яких має свої 40 контактні площадки для електричного з'єднання між собою та підключення до джерела живлення, на зовнішній поверхні труби виконані щонайменше чотири плоскі грані, на яких з забезпеченням теплового контакту встановлені окремі плоскі частини нагрівального елемента, підкладка виконана рознімною та складається щонайменше з двох частин, які стягнуті між собою за допомогою стягувальних елементів, розташованих на краях рознімної підкладки, причому на кожній частині рознімної підкладки встановлено щонайменше по дві окремі плоскі частини нагрівального елемента.

Виконання підкладки рознімною, щонайменше з двох частин, на яких виконано щонайменше по дві плоскі грані, на яких з забезпеченням теплового контакту встановлені окремі плоскі частини нагрівального елемента, та наявність всередині підкладки внутрішнього отвору циліндричної форми забезпечують рознімне встановлення імітатора теплового потоку на теплопередавальний пристрій циліндричної форми з напливами металу на його кінцях, а 50 стягування частин рознімної підкладки між собою навколо теплопередавального пристрою за допомогою стягувальних елементів забезпечує надійний механічний і тепловий контакт імітатора теплового потоку з теплопередавальним пристроєм під час теплофізичних досліджень, підвищує ремонтпридатність імітатора теплового потоку в процесі експлуатації і ефективно відведення теплоти від нього. Рознімне встановлення імітатора теплового потоку на теплопередавальний пристрій забезпечує в разі необхідності швидке зняття з однієї ділянки теплопередавального пристрою та встановлення на іншу ділянку або на другий теплопередавальний пристрій при наявності напливів металу на кінцях теплопередавального 60 пристрою.

Суть та принцип дії запропонованого імітатора теплового потоку пояснюються кресленнями.

На Фіг. 1 зображено загальний вигляд імітатора теплового потоку. На Фіг. 2 наведено розріз по лінії А-А.

Імітатор теплового потоку містить підкладку 1, виконану у вигляді труби з теплопровідного матеріалу, наприклад алюмінію або алюмінієвого сплаву. На зовнішній поверхні труби виконані щонайменше чотири плоскі грані 2. Всередині підкладки 1 виконано внутрішній отвір 3 циліндричної форми (див. фіг. 2), для розміщення в ньому під час проведення теплофізичних досліджень теплопередавального пристрою циліндричної форми (на фігурах 1 та 2 теплопередавальний пристрій не показано). Підкладка 1 виконана рознімною та складається щонайменше з двох частин 4 та 5, які стягнуті між собою за допомогою стягувальних елементів, розташованих на краях рознімної підкладки. Стягувальні елементи виконані, наприклад, у вигляді хомутів 6 з кріпильними елементами 7 (гвинтами, шайбами та гайками). На поверхні рознімної підкладки 1 розташований нагрівальний елемент у вигляді шару керамічного ізолятора з нанесею на нього легованою алмазоподібною плівкою, виконаний у вигляді щонайменше чотирьох його окремих плоских частин 8, кожна з яких має свої контактні площадки 9 для електричного з'єднання між собою та підключення до джерела живлення, розташовані на краях окремих плоских частин 8 нагрівального елемента. Окремі плоскі частини 8 нагрівального елемента встановлені на плоских гранях 2 рознімної підкладки з забезпеченням теплового контакту, наприклад, за допомогою теплопровідного еластичного компаунда. При цьому, на кожній частині 4 та 5 рознімної підкладки 1 встановлено щонайменше по дві окремі плоскі частини 8 нагрівального елемента.

Робота запропонованого імітатора теплового потоку здійснюється наступним чином.

Частини 4 та 5 рознімної підкладки 1 за допомогою отвору 3 встановлюються на теплопередавальний пристрій циліндричної форми, наприклад, на зону нагріву теплової труби або термосифону циліндричної форми (не показана), та щільно стягуються між собою навколо нього за допомогою стягувальних елементів, наприклад, хомутів 6 з кріпильними елементами 7 (гвинтами, шайбами та гайками). Попередні контактні поверхні теплопередавального пристрою та частин підкладки змащуються теплопровідною пастою для зменшення контактного термічного опору.

При підключенні імітатора теплового потоку до джерела живлення (джерело живлення не показано) під час теплофізичних досліджень або випробувань в окремих плоских частинах 8 нагрівального елемента на основі легованої алмазоподібною плівкою виділяється тепловий потік. Далі від окремих плоских частин 8 нагрівального елемента тепловий потік передається до частин 4 та 5 рознімної підкладки, які закріплені з забезпеченням теплового контакту на поверхні зони нагріву теплопередавального пристрою, а від них - до зони нагріву теплопередавального пристрою, що забезпечує його роботу шляхом протікання замкненого випаровувально-конденсаційного циклу передачі теплоти всередині нього і відведення теплового потоку природною конвекцією в оточуюче середовище з відкритою зовнішньою поверхнею теплопередавального пристрою.

При необхідності зняття імітатора теплового потоку з теплопередавального пристрою, наприклад, з метою встановлення його на іншу ділянку того ж самого теплопередавального пристрою або на інший теплопередавальний пристрій, які мають, наприклад, напливи металу на кінцях циліндричного корпусу теплопередавального пристрою, достатньо розгвинтити кріпильні елементи, зняти стягувальні хомути та від'єднати частини рознімної підкладки від корпусу теплопередавального пристрою. Після встановлення їх на іншу ділянку теплопередавального пристрою або на інший теплопередавальний пристрій поза зоною напливів металу на кінцях теплопередавального пристрою імітатор теплового потоку також легко закріплюється на ньому шляхом стягування його частин навколо циліндричного корпусу теплопередавального пристрою за допомогою хомутів та кріпильних елементів. При цьому наявні напливи металу на кінцях теплопередавального пристрою не перешкоджають встановленню імітатора теплового потоку та теплопередавальний пристрій з мінімальним зазором, а відтак - і з мінімальним термічним опором. Конструкція імітатора теплового потоку дозволяє при проведенні теплофізичних досліджень або випробувань теплопередавальних пристроїв швидко перевстановлювати імітатор теплового потоку з одного кінця теплопередавального пристрою циліндричної форми з напливами металу на його кінцях на другий кінець, або на інший теплопередавальний пристрій, що розширює функціональні можливості імітатора теплового потоку.

Конструкція імітатора теплового потоку є компактною і дозволяє отримати досить значний тепловий потік. Так, наприклад, при висоті імітатора теплового потоку 50 мм, діаметру внутрішнього отвору в рознімній підкладці 12 мм, і виконанні нагрівального елемента на основі алмазоподібною плівкою з чотирьох окремих частин розмірами 7×30 мм, кожна з яких має

електричний опір 15 Ом, при послідовному їх з'єднанні між собою та підключенні до регульованого джерела живлення з напругою на виході від 0 до 220 В забезпечує отримання теплового потоку від 0 до 806,6 Вт.

Для виготовлення імітатора теплового потоку використовуються відомі технологічні процеси, завдяки чому його можна виготовляти в промислових умовах на існуючих підприємствах.

Таким чином, запропонований імітатор теплового потоку є новим, промислово придатним і забезпечує досягнення більш високого технічного результату, що полягає у розширенні функціональних можливостей імітатора теплового потоку.

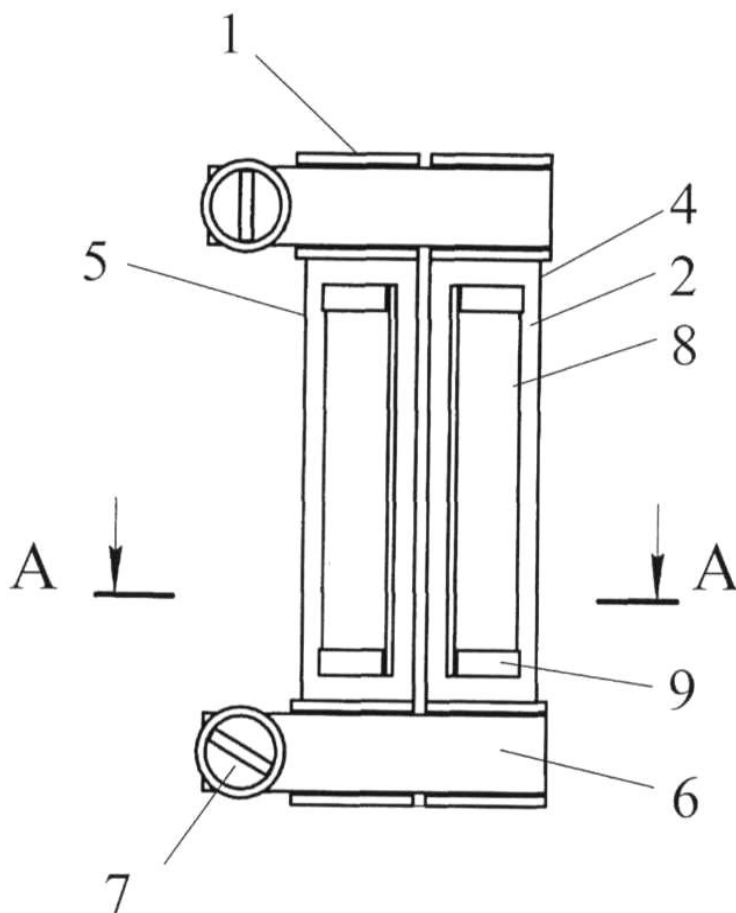
10

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

15

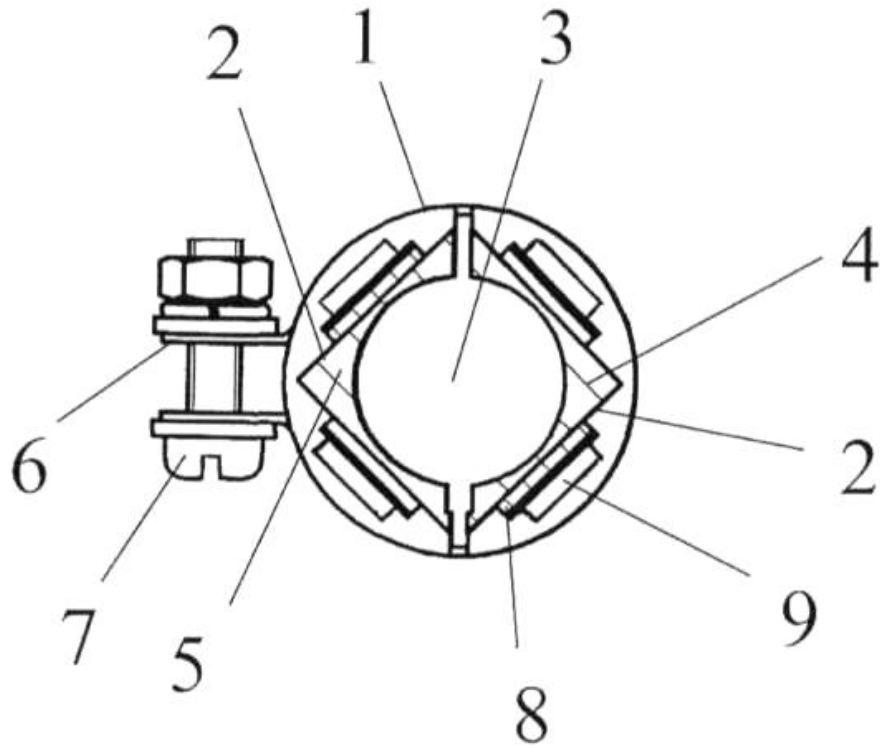
20

Імітатор теплового потоку, що містить підкладку у вигляді труби з внутрішнім отвором циліндричної форми, на поверхні якої розташований нагрівальний елемент, виконаний з легованої алмазоподібної плівки, та контактні площадки, розташовані на краях нагрівального елемента, який **відрізняється** тим, що нагрівальний елемент виконаний у вигляді щонайменше чотирьох окремих плоских частин, кожна з яких має свої контактні площадки для електричного з'єднання між собою та підключення до джерела живлення, на зовнішній поверхні труби виконані щонайменше чотири плоскі грані, на яких з забезпеченням теплового контакту встановлені окремі плоскі частини нагрівального елемента, підкладка виконана рознімною та складається щонайменше з двох частин, які стягнуті між собою за допомогою стягувальних елементів, розташованих на краях рознімної підкладки, причому на кожній частині рознімної підкладки встановлено щонайменше по дві окремі плоскі частини нагрівального елемента.



Фіг. 1

# A-A



Фіг. 2

---

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

---

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

---

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