



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 119756

(13) U

(51) МПК

G01N 25/18 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2017 02958**

(22) Дата подання заявки: **29.03.2017**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **10.10.2017**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.10.2017, Бюл.№ 19**

(72) Винахідник(и):

**Терещенко Микола Федорович (UA),
Матвієнко Андрій Миколайович (UA),
Вислоух Сергій Петрович (UA),
Матвієнко Сергій Миколайович (UA)**

(73) Власник(и):

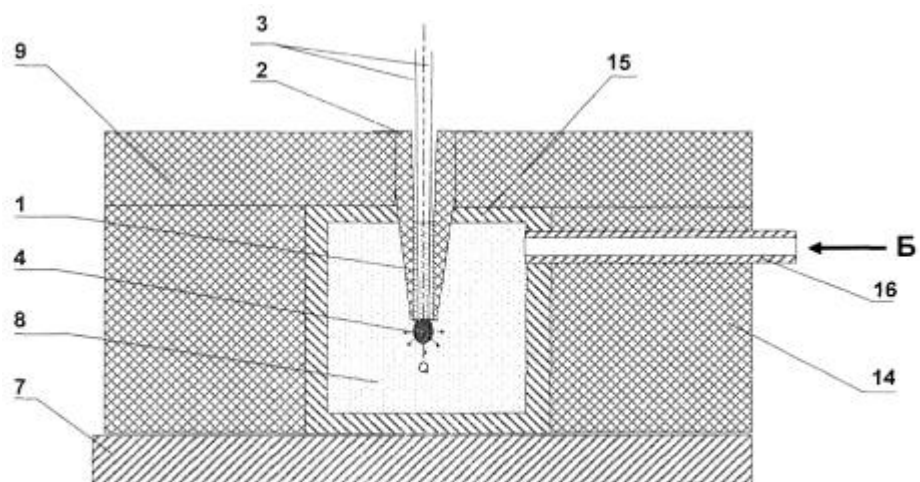
**Терещенко Микола Федорович,
вул. Градинська, 6, кв. 76, м. Київ, 02034
(UA),
Матвієнко Андрій Миколайович,
просп. Леся Курбаса, 9, кв. 578, м. Київ,
03194 (UA),
Вислоух Сергій Петрович,
вул. Булгакова, 2-а, кв. 16, м. Київ, 03134
(UA),
Матвієнко Сергій Миколайович,
просп. Леся Курбаса, 9, кв. 578, м. Київ,
03194 (UA)**

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ КОЕФІЦІЄНТА ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ РІЗНОМАНІТНИХ РЕЧОВИН

(57) Реферат:

Пристрій для вимірювання коефіцієнта теплопровідності різноманітних речовин (твердих, умовно-твердих, в'язкопластичних тіл, рідин, а також сипких, біологічних матеріалів і газів) складається з основи, контактної пластини, вимірювального стрижня, притискача і пружини, циліндричної капсули. При цьому площа поверхні вимірювального стрижня менше, ніж досліджуваний зразок. Додатково введено термістор, який використовується як нагрівач і одночасно вимірювач температури та закріплений на вимірювальному стрижні в капсулі з відомою площею поверхні (при вимірюванні твердих, умовно-твердих, в'язкопластичних тіл, сипких і біологічних матеріалів) та без капсули (при вимірюванні коефіцієнта теплопровідності рідин та газів). При цьому капсула виготовлена з матеріалу, що має високу теплопровідність, а вимірювальний стрижень виготовлений з діелектричного теплоізоляційного матеріалу.

UA 119756 U



Фиг. 4

Корисна модель належить до вимірювальної техніки і може бути використана для вимірювання коефіцієнта теплопровідності різноманітних речовин, таких як тверді, в'язкопластичні, сипкі, рідини та гази, в тому числі і біологічних матеріалів.

Найбільш близьким прототипом до корисної моделі, що заявляється, є пристрій для вимірювання теплопровідності харчових продуктів (варіанти) (Патент України № 36194, МПК G01N25/18, дата публікації: 16.04.2001, бюл. № 3, 2001 р.), який складається з основи, на якій закріплена контактна пластина для розміщення досліджуваного зразка матеріалу, мідного вимірювального стрижня, який має менший розмір, ніж досліджуваний зразок, і притискається згори за допомогою притискача і пружини. Додатково пристрій обладнано циліндричною ампулою, виготовленою з матеріалу, що має низьку теплопровідність [1].

Основними недоліками такої конструкції є: використання двобічного методу вимірювання коефіцієнта теплопровідності, де нагрівач і вимірювач температури знаходяться з різних боків досліджуваного зразка, що збільшує похибку вимірювання; неможливість вимірювання коефіцієнта теплопровідності рідин; необхідність точного виміру товщини зразка; неможливість вимірювання коефіцієнта теплопровідності при малих об'ємах досліджуваних зразків.

В основу корисної моделі поставлена задача розширення функціональних можливостей вимірювання коефіцієнта теплопровідності речовин, що зумовлені спроможністю дослідження речовин, які зберігають форму (тверді і умовно-тверді) і тих, які не зберігають її у природних умовах або при дії деякого зусилля (в'язкопластичні і сипкі речовини), а також газів та рідин, в тому числі різних біологічних матеріалів.

Для вирішення поставленої задачі використовується однобічний метод вимірювання, щодо вимірювання коефіцієнта теплопровідності, де як нагрівач і одночасно сенсор температури використовується термістор.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій для вимірювання коефіцієнта теплопровідності різноманітних речовин (твердих, умовно-твердих, в'язкопластичних тіл, рідин, а також сипких, біологічних матеріалів і газів), який складається з основи, контактної пластини, вимірювального стрижня, притискача і пружини, циліндричної капсули, причому площа поверхні вимірювального стрижня менше, ніж досліджуваний зразок, при цьому додатково містить термістор, який використовується як нагрівач і одночасно вимірювач температури та закріплений на вимірювальному стрижні в капсулі з відомою площею поверхні, при вимірюванні твердих, умовно-твердих, в'язкопластичних тіл, сипких і біологічних матеріалів, та без капсули, при вимірюванні коефіцієнта теплопровідності рідин та газів, причому капсула виготовлена з матеріалу, що має високу теплопровідність, а вимірювальний стрижень виготовлений з діелектричного теплоізоляційного матеріалу.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, на яких надано структурну схему пристрою для вимірювання коефіцієнта теплопровідності твердих матеріалів (Фіг. 1), структурну схему цього ж пристрою, оснащеного контейнером для вимірювання коефіцієнта теплопровідності в'язкопластичних та сипких речовин (Фіг. 2), спрощену схему цього ж пристрою для вимірювання коефіцієнта теплопровідності рідин (Фіг. 3) та схему цього ж пристрою для вимірювання коефіцієнта теплопровідності газів (Фіг. 4).

Пристрій для вимірювання коефіцієнта теплопровідності різноманітних речовин (Фіг. 1) складається з основи 7, на якій закріплений досліджуваний зразок речовини 8, вимірювального стрижня 2, виготовленого з діелектричного теплоізоляційного матеріалу, на кінці якого закріплений термістор 4 в капсулі 11 з матеріалу, який має високу теплопровідність, наприклад, з міді. Вимірювальний стрижень 2 з термістором 4 вмонтований в циліндричну гільзу 12, закріплену до теплоізоляційної планки корпусу 9, яка під своєю вагою за допомогою пружини 13 притискає контактну площину капсули 11 до поверхні досліджуваного зразка речовини 8 і таким чином забезпечує з ним надійний тепловий контакт. Виводи 3 термістора проходять в отворі вимірювального стрижня 2 і залиті компаундом 1.

Для зменшення впливу навколишнього середовища на результати вимірювання та для забезпечення паралельності контактної площини капсули і досліджуваної речовини 8 капсула 11 з термістором 4 розміщена в циліндрі 10 з матеріалу, який має низький коефіцієнт теплопровідності.

Додатково пристрій (Фіг. 2, 3) обладнано циліндричним контейнером 5, для застосування при вимірюванні коефіцієнта теплопровідності рідин, в'язкопластичних та сипких речовин. Для зменшення впливу навколишнього середовища на досліджуваний зразок контейнер 5 з усіх боків захищений теплоізоляцією 14, виготовленою з матеріалу, який має низьку теплопровідність.

Для вимірювання коефіцієнта теплопровідності газів пристрій (Фіг. 4) обладнано герметичним контейнером 15, з вхідним патрубком 16. Для зменшення впливу навколишнього

середовища на досліджуваний зразок газу герметичний контейнер 15 з усіх боків захищений теплоізоляційним кожухом 14, виготовленим з матеріалу, який має низьку теплопровідність.

Пристрій для вимірювання коефіцієнта теплопровідності різноманітних речовин працює наступним чином.

Під час вимірювань коефіцієнта теплопровідності твердих речовин використовується пристрій, який зображений на Фіг. 1. Досліджувану речовину 8, яка зберігає форму, розміщують на поверхні основи 7, до неї притискають теплоізоляційну планку корпусу 9, на якому закріплена циліндрична гільза 12 з вимірювальним стрижнем 2. Під вагою теплоізоляційної планки корпусу 9 з циліндричною гільзою 12 і вимірювальним стрижнем 2 він контактною поверхнею капсули 11 притискається пружиною в напрямку А до досліджуваного зразка, чим забезпечує з ним надійний тепловий контакт. На термістор, який ввімкнений в вимірювальний міст при постійній температурі навколишнього середовища, подається імпульс струму, що забезпечує додатковий розігрів термістора. Температура термістора визначається шляхом вимірювання його опору. Чим вище температура додаткового розігріву термістора під дією імпульсу струму, тим менше

коефіцієнта теплопровідності досліджуваного зразка.

Для визначення коефіцієнта теплопровідності використовуються наступні методи [2, 3, 4, 5]:

- шляхом вимірювання температури розігріву термістора, який має тепловий контакт з досліджуваним матеріалом [2];
- шляхом вимірювання термограми розігріву термістора протягом імпульсу його розігріву [3];
- шляхом порівняння температури додаткового розігріву термістора, який має тепловий контакт з досліджуваним матеріалом, і температури додаткового розігріву того ж термістора, що має тепловий контакт з еталонним матеріалом [4, 5].

Обчислення коефіцієнта теплопровідності, яке проводиться шляхом вимірювання температури розігріву термістора, що має тепловий контакт з досліджуваним матеріалом [2], здійснюється за формулою:

$$\lambda_{\text{д.м.}} = \frac{BQ}{(T_{\text{hot}} - T_{\text{cold}}) - A \cdot Q}, \quad (1)$$

де:

$\lambda_{\text{д.м.}}$ - коефіцієнт теплопровідності досліджуваного матеріалу [Вт/м·°C] чи в несистемних одиницях [ккал/сек·м·°C];

T_{hot} - температура термістора розігрітого електричним струмом, °C,

T_{cold} - температура термістора до нагрівання електричним струмом, °C

B - коефіцієнт, одержаний в результаті калібрувальних тестів з еталонними матеріалами з відомими теплофізичними характеристиками;

Q - кількість теплової енергії, яка виділяється термістором під дією електричного струму, [ккал/сек; Дж].

Числове значення коефіцієнта B визначається в результаті калібрувальних тестувань еталонних матеріалів з відомими теплофізичними характеристиками і залежить від площі поверхні S_k капсули 11, яка знаходиться у тепловому контакті з досліджуваним матеріалом (радіусом контактної поверхні), і значенням температури термістора розігрітого електричним струмом T_{hot}

Температура термістора до нагрівання термістора електричним струмом та після визначається за формулою [2]:

$$T = \frac{1}{C_1 + C_2 \cdot \ln R + C_3 \cdot (\ln R)^3}, \quad (2)$$

де:

T - температура термістора (T_{hot} та T_{cold}), °C,

C_1, C_2, C_3 - калібрувальні коефіцієнти, які визначають залежність дійсної температури термістора від значення його опору;

R - опір термістора, який визначається в данному випадку до нагрівання термістора електричним струмом і після, як:

$$R = \frac{U_t}{I_t} \quad (3),$$

де:

U_t - напруга на термісторі, В;

I_t - струм, який протікає через термістор, А.

Обчислення коефіцієнта теплопровідності, яке проводиться шляхом вимірювання термограми розігріву термістора протягом імпульсу [3], що має тепловий контакт з досліджуваним матеріалом, здійснюється за формулою:

$$\lambda_{\text{д.м.}} = \frac{1}{a_1 \frac{\int_{t-t_h}^{t-t_h+2,69} \Delta T(t) dt}{\int_0^{t_h} P(t) dt} - a_2}, \quad (4)$$

де:

$\lambda_{\text{д.м.}}$ - коефіцієнт теплопровідності досліджуваного матеріалу Вт/м·°C;

a_1, a_2 - емпіричні коефіцієнти, що залежать від типу вибраного термістора та досліджуваного матеріалу;

t - час, сек.;

t_h - час, протягом якого відбувається нагрівання термістора імпульсом електричного струму, сек.;

$\Delta T(t)$ - залежність температури розігріву термістора протягом імпульсу його розігріву від часу розігріву (термограма розігріву термістора), °C;

$P(t)$ - залежність потужності термістора протягом імпульсу струму його розігріву від часу розігріву, Вт.

Числове значення коефіцієнтів a_1, a_2 визначається в результаті калібрувальних тестувань еталонних матеріалів з відомими теплофізичними характеристиками і залежить від площі поверхні капсули 11, яка знаходиться у тепловому контакті з досліджуваним матеріалом (радіусом контактної поверхні), а значення $\Delta T(t)$ залежить від значення коефіцієнта теплопровідності досліджуваного матеріалу.

Температура розігріву термістора протягом імпульсу його розігріву визначається за формулою [3]:

$$\Delta T(t) = \frac{1}{(H_0 + H_1 \cdot \ln R(t) + H_2 \cdot (\ln R(t))^2 + H_3 \cdot (\ln R(t))^3 + H_4 \cdot (\ln R(t))^4) - 273,15} - T_0, \quad (5)$$

де:

$\Delta T(t)$ - залежність температури розігріву термістора протягом імпульсу струму його розігріву від часу розігріву (термограма розігріву термістора), °C;

T_0 - значення температури термістора до початку дії імпульсу розігріву, °C;

H_0, H_1, H_2, H_3, H_4 - калібрувальні коефіцієнти, які визначають залежність дійсної температури термістора від значення його опору;

$R(t)$ - опір термістора, який визначається в даному випадку протягом нагрівання термістора імпульсом електричного струму як [Ом]:

$$R(t) = \frac{U(t)}{I(t)}, \quad (6)$$

де:

$U(t)$ - напруга на термісторі протягом часу дії імпульсу його розігріву від часу розігріву, В;

$I(t)$ - струм, який протікає через термістор протягом часу дії імпульсу його розігріву від часу розігріву, А;

$P(t)$ - потужність термістора протягом імпульсу його розігріву від часу розігріву, яка розраховується за формулою:

$$P(t) = \frac{U(t)^2}{R(t)}, \quad [\text{Вт}]. \quad (7)$$

Обчислення коефіцієнта теплопровідності, яке проводиться шляхом порівняння температури додаткового розігріву термістора, який має тепловий контакт з досліджуваним матеріалом, і температури додаткового розігріву того ж термістора, що має тепловий контакт з еталонним матеріалом, проводиться згідно з методикою [4, 5]. При цьому відношення коефіцієнтів теплопровідності досліджуваного та еталонного матеріалів обернено пропорційне відношенню температури розігріву термістора відповідно при тепловому контакті з еталонним та

досліджуваним матеріалами, тобто визначення коефіцієнта теплопровідності досліджуваного матеріалу здійснюється за формулою [4]:

$$\lambda_{\text{д.м.}} = K_1 \cdot \lambda_{\text{ет.м.}} \frac{\Delta T_{\text{ет.м.}}}{\Delta T_{\text{д.м.}}}, \quad (8)$$

де:

5 $\lambda_{\text{д.м.}}$ - коефіцієнт теплопровідності досліджуваного матеріалу Вт/м•°C;

$\lambda_{\text{ет.м.}}$ - коефіцієнт теплопровідності матеріалу, взятого в якості еталонного Вт/м•°C;

K_1 - калібрувальний коефіцієнт, який визначається шляхом калібрувального тестування [4, 5];

10 $\Delta T_{\text{ет.м.}}$ - температура додаткового розігріву термістора при тепловому контакті з еталонним матеріалом, °C;

$\Delta T_{\text{д.м.}}$ - температура додаткового розігріву термістора при тепловому контакті з досліджуваним матеріалом, °C.

Таким чином температуру додаткового розігріву термістора визначають як різницю між початковим та кінцевим значенням температури розігріву термістора за відомою калібрувальною характеристикою залежності опору термістора від температури термістора за час тривалості імпульсу розігріву за формулами (2) і (5).

Якщо підтримувати температуру розігріву термістора при контакті з досліджуваним та еталонним матеріалами постійною, необхідно в кожному випадку корегувати час розігріву термістора (потужність розігріву термістора) або частоту імпульсів струму розігріву термістора.

20 Тоді формула для визначення теплопровідності досліджуваного матеріалу прийме вигляд [5]:

$$\lambda_{\text{д.м.}} = K_2 \cdot \lambda_{\text{ет.м.}} \frac{F}{F_0}, \quad (9)$$

де:

$\lambda_{\text{д.м.}}$ - коефіцієнт теплопровідності досліджуваного матеріалу Вт/м•°C;

25 $\lambda_{\text{ет.м.}}$ - коефіцієнт теплопровідності матеріалу, взятого як еталонний Вт/м•°C;

K_2 - калібрувальний коефіцієнт, який визначається шляхом калібрувального тестування;

30 F - частота імпульсів електричного струму, який проходить через термістор, при якій термістор нагрівається до нормованої температури T_0 (коли вимірювальний міст, в плече якого ввімкнений збалансований термістор) у випадку, коли термістор має тепловий контакт з досліджуваним матеріалом, Гц;

F_0 - частота імпульсів електричного струму, який проходить через термістор, при якій термістор нагрівається до нормованої температури T_0 (коли вимірювальний міст, в плече якого ввімкнений термістор збалансований) в випадку, коли термістор має тепловий контакт з еталонним матеріалом, Гц.

35 Таким чином при визначенні коефіцієнта теплопровідності останнім наведеним методом достатньо зафіксувати частоту імпульсів розігріву термістора при тепловому контакті з еталонним матеріалом, коли вимірювальний міст збалансований, та частоту імпульсів розігріву термістора при тепловому контакті з досліджуваним матеріалом, коли вимірювальний міст також збалансований. Цей метод простий для реалізації, але потребує збільшення точності вимірювання частот і розширення діапазону температур, при яких проводиться вимірювання теплопровідності досліджуваних матеріалів.

Тому для підвищення точності та достовірності запропоновані більш точні методи, що базуються на математичних залежностях (1), (4), (8) і реалізовані в запропонованому пристрої.

45 Під час вимірювань коефіцієнта теплопровідності в'язкопластичних та сипких речовин використовується пристрій, який зображений на Фіг. 2. Досліджувані речовини 8, які зберігають не форму, а об'єм, розмішують у циліндричному контейнері 5, який встановлюють на поверхні основи 7, притискають до неї теплоізоляційну планку корпусу 9, на якій закріплена циліндрична гільза 12 з вимірювальним стрижнем 2. Під вагою теплоізоляційної планки корпусу 9 з циліндричною гільзою 12 і вимірювальним стрижнем 2 в напрямку А з контактною поверхнею капсули 11 притискається пружиною 13 до досліджуваного зразка речовини, чим забезпечує надійний тепловий контакт. Як і випадку з твердими речовинами, на термістор, який ввімкнений в вимірювальний міст при постійній температурі навколишнього середовища, подається імпульс струму, що забезпечує його саморозігрів. Розрахунок коефіцієнта теплопровідності досліджуваних речовин проводять по формулах (1), (4), (8), так само, як і в пристрої,

зображеному на Фіг. 1, але з урахуванням значень поправок, що визначені в ході калібрування пристрою з використанням еталонних зразків в'язкопластичних та сипких речовин з відомими значеннями коефіцієнта теплопровідності.

Для вимірювання коефіцієнта теплопровідності рідин можна використати пристрій, який зображений на Фіг. 2. Для вимірювання коефіцієнта теплопровідності рідин їх наливають в циліндричний контейнер 5, який встановлюють на поверхні основи 7, опускають в напрямку А в контейнер з досліджуванним зразком рідини вимірювальний стрижень 2 таким чином, щоб він не доторкався до дна контейнера, а поверхня капсули 11 мала тепловий контакт з досліджуваною рідиною. Як і в попередніх випадках на термістор, який ввімкнений в вимірювальний міст при постійній температурі навколишнього середовища, подається імпульс струму, який забезпечує саморозігрів термістора. Розрахунок коефіцієнта теплопровідності досліджуваних рідин проводять так само, як і в попередніх випадках, використовуючи математичні залежності (1), (4), (8), але з урахуванням значень поправок, що визначені в ході калібрування пристрою з використанням еталонних зразків рідин з відомими значеннями коефіцієнта теплопровідності.

Для більш точного вимірювання коефіцієнта теплопровідності рідин додатково може бути використаний пристрій спрощеної конструкції, креслення якого наведене на Фіг. 3. Пристрій спрощеної конструкції для вимірювання коефіцієнта теплопровідності рідин складається з основи 7, на поверхню якої встановлюють циліндричний контейнер 5 з досліджуваною рідиною 8, в яку в напрямку А занурюється вимірювальний стрижень 2, на кінці якого закріплений термістор 4 без капсули. Як і в попередніх випадках, на термістор, ввімкнений у вимірювальний міст при постійній температурі навколишнього середовища, подається імпульс струму, що забезпечує саморозігрів термістора. Розрахунок коефіцієнта теплопровідності досліджуваних рідин проводять так само, як і в попередніх випадках, використовуючи математичні залежності (1), (4), (8), але враховують значення поправок, що визначені в ході калібрування пристрою з використанням еталонних зразків рідин з відомими значеннями коефіцієнта теплопровідності.

При використанні спрощеної конструкції термістор має найбільшу площу теплового контакту з досліджуваною рідиною, тому чутливість до теплових характеристик досліджуваних рідин буде більшою ніж у пристроїв, конструкції яких наведені на Фіг. 1 та Фіг. 2. Крім цього, основа 7 забезпечує малі коливання температури зразка під час проведення вимірювання, що значно зменшує похибку вимірювання.

Під час вимірювань коефіцієнта теплопровідності газів використовується пристрій, який зображений на Фіг. 4. Для цього герметичний контейнер 15 заповнюють досліджуванним газом з тиском $P_0 = \text{const}$ через вхідний патрубок 16 в напрямку Б. В цьому випадку, як і в попередніх, на термістор, ввімкнений в вимірювальний міст при постійній температурі навколишнього середовища, подається імпульс струму, який забезпечує саморозігрів термістора. Розрахунок коефіцієнта теплопровідності досліджуваних газів проводять так само, використовуючи математичні залежності (1), (4), (8), як і в попередньому випадку при використанні спрощеної конструкції пристрою для вимірювання коефіцієнта теплопровідності рідин, зображеному на Фіг. 3, але з урахуванням значень поправок, що визначені в ході калібрування пристрою з використанням еталонних зразків газів з відомими значеннями коефіцієнта теплопровідності.

Перевагами даного пристрою для вимірювання коефіцієнта теплопровідності різноманітних речовин є: розширені функціональні можливості, що зумовлені спроможністю дослідження речовин, які зберігають форму (тверді і умовно-тверді) і тих, які не зберігають її у природних умовах або при дії деякого зусилля (в'язкопластичні і сипкі речовини), а також газів, та рідин, завдяки використанню однобічного методу вимірювання коефіцієнта теплопровідності, де нагрівач і вимірювач температури знаходяться з одного і то ж боку дослідного зразка, що зменшує похибку вимірювання, не потребує високоточного виміру товщини зразка та створює можливість для вимірювання коефіцієнта теплопровідності малих об'ємів дослідних зразків.

Джерела інформації:

1. Пристрій для вимірювання теплопровідності харчових продуктів (варіанти) Патент України № 36194, МПК G01N 25/18, дата публікації: 16.04.2001, бюл. № 3, 2001 р.

2. Atkins R.T. Thermistor-based thermal conductivity measurement system / R.T. Atkins, E.A. Wright // U.S. Army Corps of Engineers Cold Regions Research & Engineering Laboratory, Special Report 90-24. - 1990. - P. 1-11.

3. Kharalkar N. M Pulse-power integrated-decay technique for the measurement of thermal conductivity / N. M Kharalkar, L. J Hayes, J. W Valvano // Measurement Science and Technology. - 2008. - Vol.19, № 7. - P. 1-10.

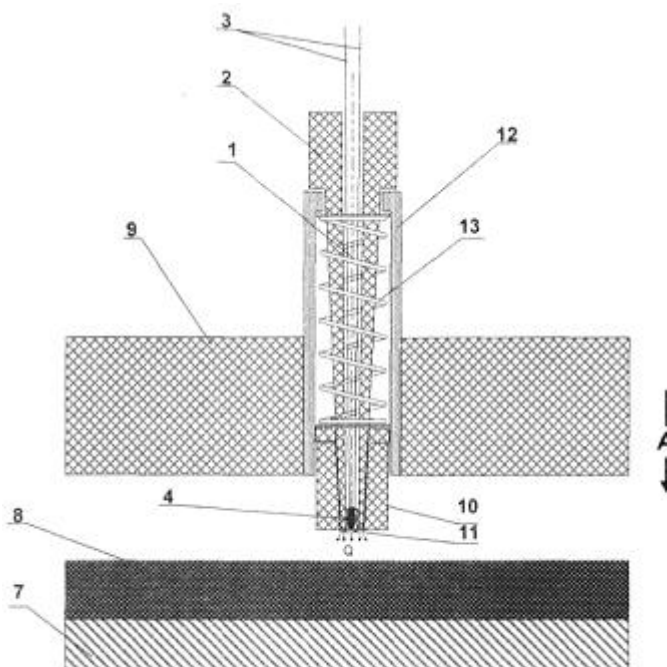
4 Матвієнко С.М. Дослідження теплопровідності матеріалів за допомогою методу імпульсної термістOMETрії / С.М. Матвієнко, М.В. Філіппова, О.А. Мартинчук // Вісник Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського. - 2015. - Вип. 6(95). - С. 106-112.

5. Акуленко Д.В. Измерение коэффициента теплопроводности среды с использованием термистора прямого подогрева / Д.В. Акуленко, А.Н. Агапов, И.Г. Проценко // Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития: сборник научных статей молодых ученых, аспирантов и студентов ФГБОУ ВПО "ТГТУ". - 2012. - Вып. III. - С. 49-52.

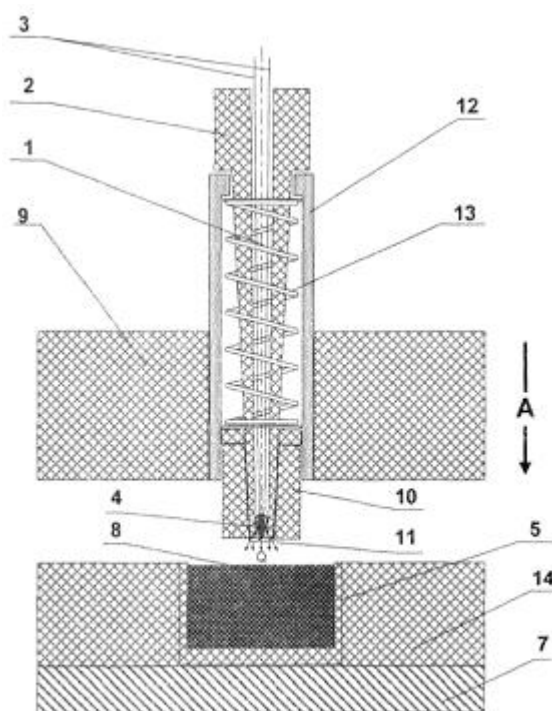
5

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

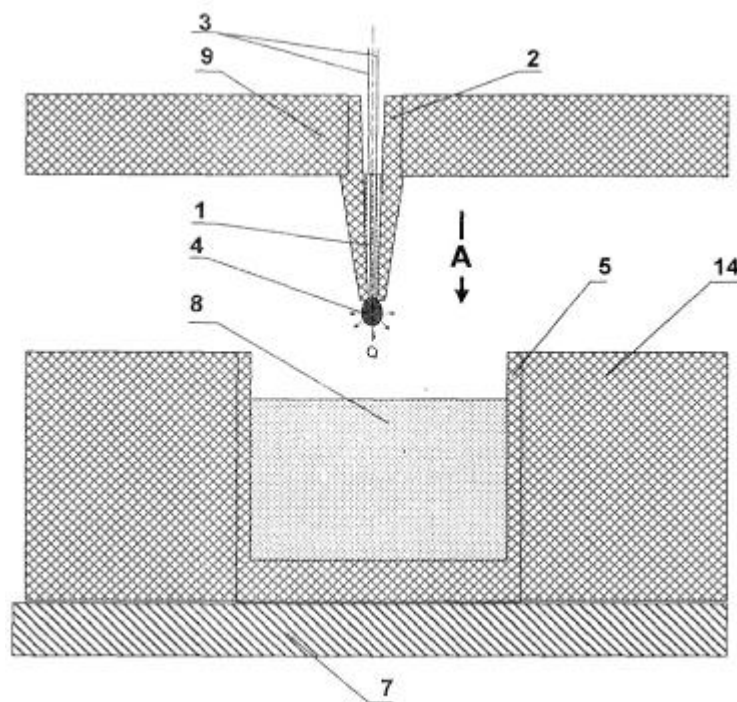
10 Пристрій для вимірювання коефіцієнта теплопровідності різноманітних речовин (твердих, умовно-твердих, в'язкопластичних тіл, рідин, а також сипких, біологічних матеріалів і газів), який складається з основи, контактної пластини, вимірювального стрижня, притискача і пружини, циліндричної капсули, причому площа поверхні вимірювального стрижня менше, ніж досліджуваний зразок, який **відрізняється** тим, що додатково містить термістор, який використовується як нагрівач і одночасно вимірювач температури та закріплений на вимірювальному стрижні в капсулі з відомою площею поверхні, при вимірюванні твердих, 15 умовно-твердих, в'язкопластичних тіл, сипких і біологічних матеріалів, та без капсули, при вимірюванні коефіцієнта теплопровідності рідин та газів, причому капсула виготовлена з матеріалу, що має високу теплопровідність, а вимірювальний стрижень виготовлений з діелектричного теплоізоляційного матеріалу.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

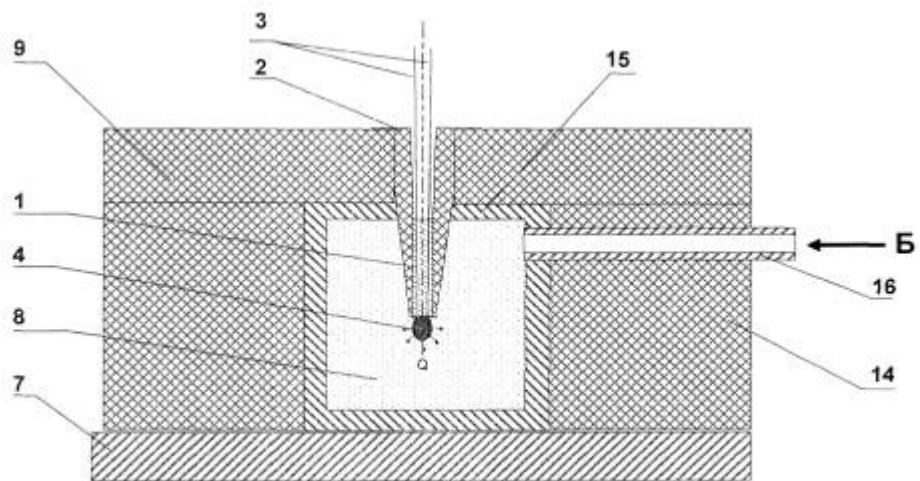


Fig. 4

Комп'ютерна верстка В. Мацело

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