



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **90802** (13) **U**
(51) МПК
G01N 25/20 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2014 00202	(72) Винахідник(и): Славков Віктор Миколайович (UA), Давиденко Олександр Петрович (UA), Кондрашов Сергій Іванович (UA)
(22) Дата подання заявки: 13.01.2014	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Фрунзе, 21, м. Харків-2, 61002 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.06.2014	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.06.2014, Бюл.№ 11	

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОЄМНОСТІ МЕТАЛІВ

(57) Реферат:

Спосіб визначення теплоємності металів полягає у вимірюванні температури зразка протягом деякого інтервалу часу, втрати тепла зразком враховуються по кривій охолодження, яка відображає швидкість його охолодження. Крім цього, для розрахунку невідомої теплоємності зразка c_1 використовується зразок з відомою теплоємністю c_2 , нагрівання зразків здійснюється за рахунок теплового впливу до температури понад 650 °C, а невідому теплоємність зразка c_1 визначають після обробки цифрових фотографій в системі комп'ютерного моделювання MathCAD за формулою

$$c_1 = c_2 \cdot m_2 \cdot (\Delta T_2 / \Delta t)_n / m_1 \cdot (\Delta T_1 / \Delta t)_n,$$

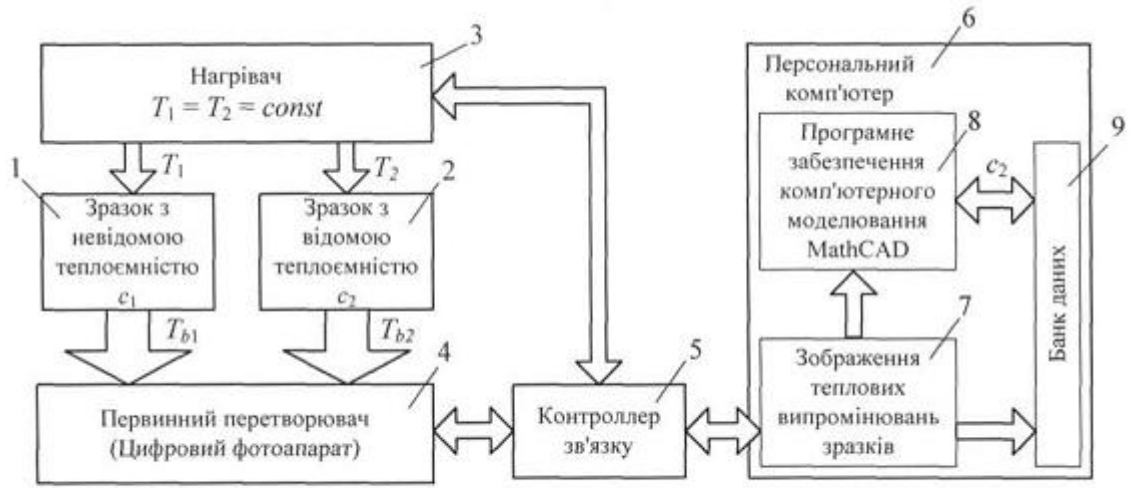
де c_2 - відома теплоємність зразка, Дж/г·К;

$(\Delta T_1 / \Delta t)_n$ та $(\Delta T_2 / \Delta t)_n$ - відповідно співвідношення, які характеризують середню швидкість охолодження зразків з невідомою теплоємністю c_1 та відомою теплоємністю c_2 , °C/с;

m_1, m_2 - відповідно маси зразків з невідомою теплоємністю c_1 та відомою теплоємністю c_2 , г;

$n = 1, 2, 3, \dots, k$ - кількість отриманих цифрових фотографії теплових випромінювань зразків.

UA 90802 U



Фіг.

Корисна модель належить до галузі матеріалознавства і може знайти застосування при постановці завдань для досліджень, проектування та експлуатації матеріалів і виробів. Спосіб визначення теплоємності металів може бути застосований для конструкторських розрахунків, правильного вибору оптимальних експлуатаційних режимів, вирішення завдань техніки високих температур, вирішення окремих питань теорії твердого тіла, зокрема для формулювання закономірностей, на основі яких можна створювати нові матеріали із заданими властивостями.

Відомий спосіб визначення теплоємності матеріалу одночасно з визначенням його температурного розширення [1], згідно з яким для визначення теплоємності в дилатометричну систему вбудовують калориметричний осередок, що складається, принаймні, з двох концентричних тонкостінних трубчастих оболонок. Дослідження проводяться на зразках стрижневої форми, характерних для дилатометричних досліджень, у вакуумному середовищі. Теплоємність досліджуваного матеріалу визначають за результатами двох калібрувальних і одного основного дослідів, проведених при нагріванні внутрішньої оболонки калориметричного осередку з постійною у всіх дослідів швидкістю. Після завершення експериментів вирахуванням з сумарних різниць даних першого калібрувального досліді визначають різниці температури оболонок, відповідні нагріванню тільки еталонного і досліджуваного зразків, з використанням яких визначають теплоємність матеріалу досліджуваного зразка.

Недоліком даного способу є трудомісткість та обмежені функціональні можливості.

Найбільш близьким до пропонованого способу за сукупністю ознак є спосіб визначення теплоємності металів при високих температурах [2]. Цей спосіб полягає в тому, що втрати тепла зразком враховують по кривій його охолодження, а теплоємність визначають як відношення електричної потужності, що витрачається на нагрівання зразка, до суми тангенсів кутів нахилу кривих нагрівання й охолодження зразка при заданій температурі T .

Недоліками цього способу є те, що реєстрація кривих нагрівання й охолодження зразку здійснюється на фотопапері осцилографу, що істотно ускладнює їх подальшу обробку та автоматизацію процесу вимірювання теплоємності.

Завдання корисної моделі полягає у спрощенні отримання та передачі даних вимірювання температур зразків, підвищення їх вірогідності та інформативності за рахунок використання цифрового фотоапарата як первинного перетворювача інформації, а також подальшої їх обробки для визначення невідомої теплоємності зразку та зберігання її значення в банку даних персонального комп'ютера.

Запропонований спосіб визначення теплоємності металів полягає у вимірюванні температури зразка протягом деякого інтервалу часу, втрати тепла зразком враховуються по кривій охолодження, яка відображає швидкість його охолодження, згідно з корисною моделлю, для розрахунку невідомої теплоємності зразку c_1 використовується зразок з відомою теплоємністю c_2 , нагрівання зразків здійснюється за рахунок теплового впливу до температури понад $650\text{ }^\circ\text{C}$, а невідому теплоємність зразку c_1 визначають після обробки цифрових фотографій в системі комп'ютерного моделювання MathCAD за формулою:

$$c_1 = c_2 \cdot m_2 \cdot (\Delta T_2 / \Delta t)_n / m_1 \cdot (\Delta T_1 / \Delta t)_n,$$

де c_2 - відома теплоємність зразку, Дж/г·К;

$(\Delta T_1 / \Delta t)_n$ та $(\Delta T_2 / \Delta t)_n$ - відповідно співвідношення які характеризують середню швидкість охолодження зразків з невідомою теплоємністю c_1 та відомою теплоємністю c_2 , $^\circ\text{C}/\text{c}$;

m_1 , m_2 - відповідно маси зразків з невідомою теплоємністю c_1 та відомою теплоємністю c_2 , г;

$n = 1, 2, 3, \dots, k$ - кількість отриманих цифрових фотографій теплових випромінювань зразків.

Спосіб може бути реалізований за допомогою схеми представленої на кресленні. Блок схема включає в себе: зразок металу з невідомою теплоємністю c_1 (1) та зразок металу з відомою теплоємністю c_2 (2), обидва зразки піддаються нагріванню до однакової температури $T_1 = T_2 = \text{const}$ за допомогою нагрівача (3); первинний перетворювач (4), в якості якого використовується цифровий фотоапарат для реєстрації теплового випромінювання зразку металу з невідомою теплоємністю c_1 та теплового випромінювання зразку металу з відомою теплоємністю c_2 з яскравішими температурами T_{b1} та T_{b2} відповідно; контролер зв'язку (5), який виконує функції бездротяної (дротяної) передачі даних на персональний комп'ютер (6), у якому відбувається обробка отриманих зображень (7) теплових випромінювань зразків металів та розрахунок невідомої теплоємності c_2 , за допомогою програмного забезпечення MathCAD (8) та зберігання її значення у банку даних (9).

Зразки металу піддаються нагріванню до однакової температури $T_1 = T_2 = \text{const}$ видимого діапазону спектра, після чого нагрівач відключається та проводиться інтервальне

фотографування ($t=t_1, t_2, t_3+\Delta t, \dots, t_n$) випромінювань зразків при їх охолодженні з яскравісними температурами $T_{b1_1}, T_{b1_2}, T_{b1_3}, \dots, T_{b1_n}$ та $T_{b2_1}, T_{b2_2}, T_{b2_3}, \dots, T_{b2_n}$ за допомогою цифрового фотоапарату, де T_{b1} - яскравісна температура зразку з невідомою теплоємністю c_1 , T_{b2} - яскравісна температура зразку з відомою теплоємністю c_2 . Після чого, отримані цифрові фотографії передаються по дротяній або бездротяній лінії зв'язку на персональний комп'ютер, де за допомогою програмного забезпечення комп'ютерного моделювання MathCAD відбувається їх обробка, а саме встановлення істинних термодинамічних температур зразків для кожного інтервалу фотографування. Для цього використовується функція взаємозв'язку істинної T та яскравісної T_b температури, тобто для розрахунку істинної температури T_1 зразку металу з невідомою теплоємністю c_1 використовується функція $T_1 = C_2 \cdot T_{b1} / \lambda_0 \cdot T_{b1} \cdot \ln h_1(\lambda_0, T_1) + C_2$, для розрахунку істинної температури T_2 зразку металу з відомою теплоємністю c_2 використовується функція $T_2 = C_2 \cdot T_{b2} / \lambda_0 \cdot T_{b2} \cdot \ln h_2(\lambda_0, T_2) + C_2$, де λ_0 - певна довжина хвилі на якій проводилась процедура калібрування цифрового фотоапарату, $C_2 = 1,439 \cdot 10^{-2}$ м·К - друга постійна випромінювання, h_1, h_2 - коефіцієнти випромінювання (коефіцієнти сірості) для досліджуваних зразків з невідомою та відомою теплоємністю відповідно. Після цього можливо встановити невідому теплоємність зразка c_1 за допомогою наступної функції, реалізація якої також відбувається за допомогою програмного забезпечення комп'ютерного моделювання MathCAD: $c_1 = c_2 \cdot m_2 \cdot (\Delta T_2 / \Delta t)_n / m_1 \cdot (\Delta T_1 / \Delta t)_n$, де $(\Delta T_2 / \Delta t)_n$ та $(\Delta T_1 / \Delta t)_n$ - співвідношення які характеризують середню швидкість охолодження зразків в даному інтервалі температур, $n = 1, 2, 3, \dots, k$ - кількість отриманих цифрових фотографій теплових випромінювань зразків, m_1, m_2 - маси зразків.

Таким чином, спосіб визначення теплоємності металів, який описується, дозволить без проведення додаткових вимірювань для визначення втрат тепла зразком, тобто по результатам обробки однієї цифрової фотографії теплового випромінювання зразка в певний момент часу t_n , отримати значення теплоємності зразку c , а по результатам обробки сукупності k цифрових фотографій - побудувати температурну залежність теплоємності металів $c = f(T)$ в широкому діапазоні температур.

Джерела інформації:

1. Пат. 2439511 Россия, МПК G01K 17/00 (2006.01), G01N 25/20 (2006.01). Способ определения теплоёмкости материала одновременно с определением его температурного расширения / Иванов А.А., Сысоев Н.Я., Белоусов А.В.; заявитель и патентообладатель ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ". - № 2010123647; заяв. 09.06.2010; опубл. 10.01.2012, Бюл. № 1.

2. Авт. свид. 164146 СССР, МПК G01K. Способ определения теплоёмкости металлов при высоких температурах / Платунов Е.С, Федоров В.Б., Максимов В. Л.; - № 822396/26-10; заяв. 27.02.1963; опубл. 30.07.1964, Бюл. № 14.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення теплоємності металів, який полягає у вимірюванні температури зразка протягом деякого інтервалу часу, втрати тепла зразком враховуються по кривій охолодження, яка відображає швидкість його охолодження, який відрізняється тим, що для розрахунку невідомої теплоємності зразка c_1 використовується зразок з відомою теплоємністю c_2 , нагрівання зразків здійснюється за рахунок теплового впливу до температури понад 650 °С, а невідому теплоємність зразка c_1 визначають після обробки цифрових фотографій в системі комп'ютерного моделювання MathCAD за формулою

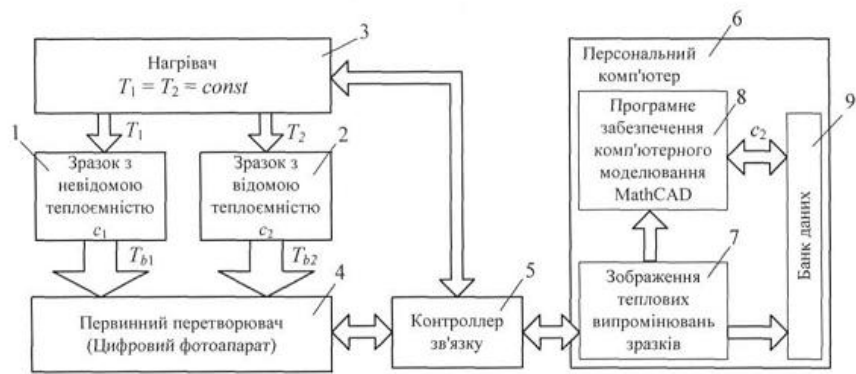
$$c_1 = c_2 \cdot m_2 \cdot (\Delta T_2 / \Delta t)_n / m_1 \cdot (\Delta T_1 / \Delta t)_n,$$

де c_2 - відома теплоємність зразка, Дж/г·К;

$(\Delta T_1 / \Delta t)_n$ та $(\Delta T_2 / \Delta t)_n$ - відповідно співвідношення, які характеризують середню швидкість охолодження зразків з невідомою теплоємністю c_1 та відомою теплоємністю c_2 , °С/с;

m_1, m_2 - відповідно маси зразків з невідомою теплоємністю c_1 та відомою теплоємністю c_2 , г;

$n = 1, 2, 3, \dots, k$ - кількість отриманих цифрових фотографій теплових випромінювань зразків.



Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

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