



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **95044** (13) **U**
(51) МПК (2014.01)
G01N 3/08 (2006.01)
G01N 25/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	u 2014 06757	(72) Винахідник(и):	Горошко Андрій Володимирович (UA), Коробко Євгенія Вікторівна (BY), Петрашук Світлана Анатоліївна (UA), Ройзман Вілен Петрович (UA)
(22) Дата подання заявки:	16.06.2014	(73) Власник(и):	ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, 29016 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	10.12.2014		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.12.2014, Бюл.№ 23		

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРІАЛІВ

(57) Реферат:

Спосіб визначення фізико-механічних характеристик матеріалів полягає у тому, що досліджуваний зразок матеріалу нагрівають (охолоджують) з одночасною реєстрацією виниклих деформацій в залежності від зміни температури, за вимірними значеннями деформацій обчислюють контактний тиски, а далі за наперед відомими математичними залежностями визначають коефіцієнт лінійного температурного розширення, модуль пружності і коефіцієнт Пуассона матеріалу. Зразки досліджуваного матеріалу виготовляють у формі сполучних деталей, напружено-деформований стан в яких і в реальних конструкціях описувались би одними і тими ж рівняннями, в кількості, необхідній для того, щоб складені рівняння були лінійно незалежні. З'єднують з іншими пробними матеріалами, характеристики яких добре вивчені і відрізняються від відповідних характеристик досліджуваного матеріалу. Потім поміщають у термокамеру, проводять східчасту зміну температури і визначають шукані характеристики після кожної зміни температури.

UA 95044 U

Корисна модель належить до області досліджень фізико-механічних властивостей матеріалів, зокрема нових матеріалів з недостатньо вивченими властивостями, фізико-механічні характеристики яких мають значний розкид, наприклад полімерних та композитних матеріалів.

Відомий спосіб [1] визначення теплофізичних і фізико-механічних характеристик ізотропних еластомерних матеріалів, який може бути використаний для визначення коефіцієнта лінійного температурного розширення, коефіцієнта Пуассона і модуля пружності ізотропного еластомерного матеріалу, в якому за один цикл для визначення вказаних характеристик зразок поміщають у термостатичну комірку з діаметром, більшим за діаметр зразку, і вимірюють відносну зміну його висоти в залежності від зміни температури. Далі після досягнення боковою поверхнею зразка бокових стінок термостатичної комірки вимірюють відносну зміну висоти зразка в залежності від зміни температури і т.д. Після заповнення всього об'єму комірки фіксують зміну тиску у ній в залежності від зміни температури, після чого розраховують коефіцієнт лінійного температурного розширення, коефіцієнт Пуассона і модуль пружності матеріалу зразка.

Недоліком способу є те, що визначені значення фізико-механічних характеристик для зразку і реальної конструкції можуть суттєво різнитись, а для полімерних композитних матеріалів, які існують лише у вигляді певної конструкції, спосіб взагалі не може бути застосований. Крім того, вказаним способом визначення фізико-механічних характеристик не можливо провести при від'ємних експлуатаційних температурах.

Задачею корисної моделі є підвищення точності одночасного визначення фізико-механічних характеристик (коефіцієнта лінійного температурного розширення, коефіцієнта Пуассона і модуля пружності) матеріалів, а також їх визначення при від'ємних температурах, коли інші методи не можуть бути застосовані.

Поставлена задача вирішується тим, що досліджуваний зразок матеріалу нагрівають (охолоджують) з одночасною реєстрацією виниклих деформацій в залежності від зміни температури, за виміряними значеннями деформацій обчислюють контактний тиски, а далі за наперед відомими математичними залежностями визначають коефіцієнт лінійного температурного розширення, модуль пружності і коефіцієнт Пуассона матеріалу.

Значення параметрів, які ідентифікуються, вважають у розрахунковій моделі невідомими. Значення же тих параметрів пробних конструкцій, які добре відомі або можуть бути виміряні достатньо точно експериментальними способами в реальних умовах функціонування виробів, а також характеристики пробних матеріалів і геометричні розміри конструкцій пропонується підставляти в ту ж модель в якості вхідної інформації.

Зразки досліджуваного матеріалу виготовляють у формі сполучних деталей, напружено-деформований стан в яких і в реальних конструкціях описувались би одними і тими ж рівняннями, з'єднують з іншими пробними матеріалами, характеристики яких добре вивчені і відрізняються від відповідних характеристик досліджуваного матеріалу. Виготовляючи певну кількість пробних зразків із значеннями фізико-механічних характеристик, які задаються таким чином, щоб вимірювальні величини деформації відрізнялись і рівняння не були тотожними, на базі прийнятої розрахункової моделі записують таку кількість лінійно-незалежних рівнянь відносно ідентифікованих параметрів, яка необхідна для їх визначення. Далі зразки поміщають у термокамеру, проводять східчасту зміну температури і визначають шукані характеристики після кожної зміни температури.

Приклад виконання. Для визначення при різних від'ємних температурах коефіцієнта лінійного температурного розширення (КЛТР), модуля пружності і коефіцієнта Пуассона компаунда, що герметизує і оточує керамічний циліндричний резистор в конструкції герметизований електронний елемент - герметик, було виготовлено двошарові циліндричні конструкції "пробний матеріал - компаунд" (на кресленні зображено схему пристосування для визначення фізико-механічних характеристик компаунда, де: 1 - порожнистий мідний циліндр, 2 – порожнистий сталевий циліндр, 3 – компаунд, 4 – опорна пластина), вибираючи як пробний матеріал мідь або сталь.

В цих конструкціях на границі розділу матеріалів при перепаді температури виникав контактний тиск. За умови відомих радіальних розмірів конструкцій за визначеними експериментально значеннями деформацій знайшли величину контактного тиску, значення якого підставили у розрахункову модель в якості вхідної інформації. Для визначення коефіцієнта лінійного температурного розширення (КЛТР), модуля пружності і коефіцієнта Пуассона компаунда було виготовлено три зразки з різними наборами значень всієї сукупності первинних факторів і виміряні відповідні їм значення контактних тисків, а далі розв'язана система трьох лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР) відносно невідомих χ_1 , χ_2 , α_2 .

$$P_i B_i \chi_i - P_i \chi_i + \alpha_i \Delta t = -C_i D_i \bar{P}_i + \alpha_i \Delta t, \quad i = 1, 2, 3, \quad (2)$$

$$\text{де } B = R_3^2 / R_3^2 - R_2^2, \quad C = \frac{1}{E_1} - \mu_1, \quad D = R_1^2 / (E_2^2 - R_1^2), \quad E = \frac{1}{E_2} - 2\mu_2, \quad \chi_1 = \frac{1}{E_1} - 2\mu_1, \quad \chi_2 = \frac{1}{E_2} - 2\mu_2,$$

Р - контактний тиск між виробом і герметиком, α_1, α_2 - КЛТР матеріалу виробу і компаунда, відповідно; E_1, E_2 - їх модулі пружності, μ_1, μ_2 - їх коефіцієнти Пуассона, R_1, R_2, R_3 - внутрішній і зовнішній радіуси виробу та зовнішній радіус компаунда відповідно, а індекси коефіцієнтів B_i, C_i, D_i, E_i і контактного тиску P_i відповідають номеру вектора параметрів $\bar{x}_i = \frac{1}{E_i} - \mu_i, E_i, R_{1i}, R_{2i}, R_{3i}$ i-го пробного зразка ($i=1,2,3$). Коефіцієнти α_1, μ_1, E_1 вважаються відомими.

Результати визначення фізико-механічних характеристик компаунда в діапазоні $-60^\circ\text{C} \dots -20^\circ\text{C}$ представлені в таблиці.

Таблиця

Значення фізико-механічних характеристик компаунду

Температурний діапазон	Модуль Юнга Н/мм ² ·10 ⁴	Е, μ	Коефіцієнт Пуассона, μ	КЛТР α , 1/град·10 ⁻⁶
-20 °С...-30 °С	1,24	0,29	44,99	
-30 °С...-40 °С	1,21	0,31	43,03	
-40 °С...-50 °С	1,21	0,32	42,61	
-50 °С...-60 °С	1,20	0,33	42,07	

Визначивши фізико-механічні характеристики компаунда, аналогічно можна визначити фізико-механічні характеристики кераміки резисторів.

Переваги способу. Запропонований спосіб дозволяє одночасно ідентифікувати коефіцієнт лінійного температурного розширення (КЛТР), модуль пружності і коефіцієнт Пуассона матеріалу, підвищити точність визначення фізико-механічних характеристик матеріалів із мало вивченими властивостями, а також визначати ці характеристики при від'ємних температурах, при яких інші способи не можуть бути застосовані.

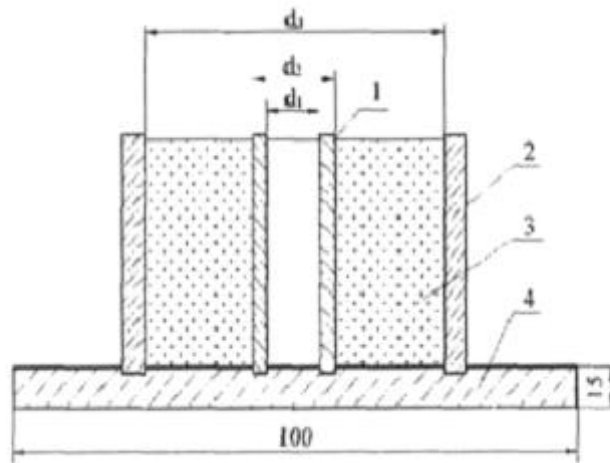
Джерело інформації:

[1] Патент 1390527 А1 SU G01N3/08, 25/00. Г.М. Шишков, В.М. Виноградов, В.Н. Мімрин. Способ определения теплофизических и физико-механических характеристик изотропных эластомерных материалов. Бюл. № 13, 1986 г.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб визначення фізико-механічних характеристик матеріалів, який полягає у тому, що досліджуваний зразок матеріалу нагрівають (охолоджують) з одночасною реєстрацією виниклих деформацій в залежності від зміни температури, за виміряними значеннями деформацій обчислюють контактний тиски, а далі за наперед відомими математичними залежностями визначають коефіцієнт лінійного температурного розширення, модуль пружності і коефіцієнт Пуассона матеріалу, який **відрізняється** тим, що зразки досліджуваного матеріалу виготовляють у формі сполучних деталей, напружено-деформований стан в яких і в реальних конструкціях описувались би одними і тими ж рівняннями, в кількості, необхідній для того, щоб складені рівняння були лінійно незалежні, з'єднують з іншими пробними матеріалами, характеристики яких добре вивчені і відрізняються від відповідних характеристик досліджуваного матеріалу, а потім поміщають у термокамеру, проводять східчасту зміну температури і визначають шукані характеристики після кожної зміни температури.

2. Спосіб визначення фізико-механічних характеристик матеріалів за п. 1, який **відрізняється** тим, що вимірювання проводять багатократно, а у математичній залежності враховують середнє значення результатів вимірювань.



Комп'ютерна верстка І. Скворцова

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