



УКРАЇНА

(19) UA (11) 49413 (13) U
(51) МПК (2009)
G01N 3/00
G01N 3/18

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ТА ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРІАЛУ

1

(21) u200912179

(22) 26.11.2009

(24) 26.04.2010

(46) 26.04.2010, Бюл. № 8, 2010 р.

(72) КАРПІНОС БОРИС СЕРГІЙОВИЧ, БАРИЛО
ВІКТОР ГРИГОРОВИЧ, МАЗНОВ АРТЕМ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

(73) ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МІЦНОСТІ ІМ. Г.С. ПИСАРЕНКА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(57) Спосіб визначення механічних та теплофізичних характеристик матеріалу, під час якого зразок встановлюють у захватах розривної машини і нагрівають робочу ділянку зразка до заданої температури, реєструють деформації робочої ділянки зразка та її температуру, за якими визначають

2

теплову деформацію зразка під час його нагрівання при відсутності механічних зусиль, потім виконують механічне навантажування зразка при фіксованій температурі і реєструють деформації робочої ділянки зразка від механічних зусиль після нагрівання до заданої фіксованої температури, а коефіцієнт лінійного розширення α та модуль пружності E матеріалу визначають з виразу:

$$\alpha = \frac{E_{\text{мен}}}{\Delta T}, E = \frac{\Delta \sigma}{E_{\text{мех}}},$$

де $E_{\text{мен}}$ - теплова деформація зразка, ΔT - інтервал змінення температури, $E_{\text{мех}}$ - механічна деформація зразка, $\Delta \sigma$ - інтервал змінення напружень на пружній ділянці деформування.

Пропонована корисна модель відноситься до способів дослідження матеріалів на міцність, зокрема для досліджень з метою визначення механічних та теплофізичних характеристик конструкційних матеріалів.

Заявником під час патентно-інформаційних досліджень не виявлені способи визначення механічних та теплофізичних характеристик матеріалу під час одного досліджу.

В основу пропонованого способу поставлена задача створення способу визначення механічних та теплофізичних характеристик матеріалу під час одного досліджу.

Пропонований спосіб визначення механічних та теплофізичних характеристик матеріалу, під час якого зразок встановлюють у захватах розривної машини і нагрівають робочу ділянку зразка до заданої температури, реєструють деформації робочої ділянки зразка та її температуру, за якими визначають теплову деформацію зразка під час його нагрівання при відсутності механічних зусиль, потім виконують механічне навантажування зразка при фіксованій температурі і реєструють деформації робочої ділянки зразка від механічних зусиль після нагрівання до заданої фіксованої температури,

а коефіцієнт лінійного розширення α та модуль пружності E матеріалу визначають з виразу:

$$\alpha = \frac{E_{\text{мен}}}{\Delta T}, E = \frac{\Delta \sigma}{E_{\text{мех}}},$$

де $E_{\text{мен}}$ - теплова деформація зразка, ΔT - інтервал змінення температури, $E_{\text{мех}}$ - механічна деформація зразка, $\Delta \sigma$ - інтервал змінення напружень на пружній ділянці деформування.

Приклад. Проводили випробування на розтягування стандартного зразка із сталі 3 на відомій розривній машині INSTRON. Робоча частина зразка мала діаметр $d_p = 5$ мм і довжину $L_p = 38$ мм, а також нарізеві захвати М12. Загальна довжина зразка $L_{\text{общ}} = 60$ мм. Розривна машина була укомплектована тензометричним датчиком, нагрівальним пристроєм, датчиками температури, зусиль та іншими датчиками. Показники датчиків під час випробування записувалися до бази даних персонального комп'ютера. Базу тензометричного датчика була 25мм, що зменшувало вплив нерівномірності деформацій поблизу захватів. Зразок закріплювали в захватах випробувальної машини. На зразку встановлювали тензометричний датчик.

(19) UA (11) 49413 (13) U

Закріплювали в захватах випробувальної машини нагрівальний пристрій, який містив датчик температури. Проводили тарування датчиків, обнулення їх свідчень перед початком нагрівання. Прогрівали зразок від кімнатної температури $T_0 = +20^\circ\text{C}$ до сталого режиму (коли температура і деформації вже не міняються) з температурою $T = +220^\circ\text{C}$. Реєстрували подовження частини зразка довжиною $L_{0\text{men}} = 25\text{ мм}$ в процесі нагріву. Згадана частина зразка в процесі нагріву збільшилася на $\Delta L_{\text{men}} = 0,071\text{ мм}$, тобто до $L_{\text{men}} = 25,071\text{ мм}$. Теплоу деформування зразка E_{men} та інтервал зміни температури ΔT визначали за формулами:

$$E_{\text{men}} = \frac{\Delta L_{\text{men}}}{L_{0\text{men}}} = 0,0284, \Delta T = T - T_0 = 200^\circ\text{C}.$$

За отриманими даними розраховували коефіцієнт температурного розширення α

$$\alpha = \frac{E_{\text{men}}}{\Delta T} = 1,42 \times 10^{-5}.$$

Не змінюючи температури та інших умов випробування збільшували зусилля, прикладене до захватів зразка від $P_0 = 0$ до $P = 4\text{ кН}$. Визначали площу поперечного перетину робочої частини зразка і напруги в ній:

$$F = \frac{\pi d^2}{4} = 1,963 \times 10^{-5}\text{ м}, \sigma_0 = \frac{P_0}{F} = 0,$$

$$\sigma = \frac{P}{F} = 203,7\text{ Мпа}$$

За допомогою того ж датчика переміщень фіксували збільшення вимірюваної частини зразка довжиною $L_{0\text{mex}} = 256071\text{ мм}$ на

$$\Delta L_{\text{mex}} = 0,0242\text{ мм, тобто до } L_{\text{mex}} = 25,0952\text{ мм}.$$

Механічну деформацію зразка E_{mex} і інтервал зміни напруги $\Delta\sigma$ визначаємо по формулах

$$E_{\text{mex}} = \frac{\Delta L_{\text{mex}}}{L_{0\text{mex}}} = 0,0284, \Delta\sigma = \sigma - \sigma_0 = 203,7\text{ Мпа}.$$

За отриманими даними розраховували модуль пружності E

$$E = \frac{\Delta\sigma}{E_{\text{mex}}} = 2,11 \times 10^5\text{ Мпа}.$$

Таким чином, використовуючи запропонований спосіб при випробуванні зразків матеріалу на розтягування при різних температурах, можна отримати не лише характеристики міцності і пружності матеріалів при різних температурах, а і коефіцієнт термічного розширення. Використання одного і того ж датчика переміщень зменшує похибки вимірювання.