

УДК 681.586.326:621.316

**ТЕМПЕРАТУРНА ХАРАКТЕРИСТИКА  
ПРЯМОКУТНОЇ ТЕНЗОМЕТРИЧНОЇ РОЗЕТКИ****С. С. Кригін, Ю. О. Гусєв***Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
“Харківський авіаційний інститут”*

Вимірювання статичних напружень елементів конструкцій при температурах які перевищують 350-400 °С є складним технічним завданням. Це пояснюється тим, що основним матеріалом для виготовлення чутливих елементів (ЧЕ) тензорезисторів для вимірювання статичних напружень є константан – термостабільний сплав на основі міді (близько 59%) з добавкою нікелю (39-41%) і марганцю (1-2%). Присутність міді у сплаві обмежує його застосування у тензометрії 350-400 °С. Інший сплав, платина вольфрам(9% W), дозволяє підвищити діапазон вимірювання статичних деформацій до 600-650 °С, але він має недостатню стабільність електроопору при цих температурах, крім того має високу вартість через використання в ньому платини. Для вирішення цієї комплексної задачі пропонується розглянути наступні пункти:

- вибір такого матеріалу для виготовлення дроту ЧЕ, який має достатню стабільність зміни електроопору при зміні температури і високу температуру застосування;
- використання конструктивної схеми тензометра-розетки, яка дозволяє здійснювати вимірювання деформації деталі у двох взаємно перпендикулярних напрямках і здійснювати термокомпенсацію його ЧЕ;
- застосування вимірювальної схеми підключення ЧЕ тензорезистора, яка дозволяє підтримувати термокомпенсацію ЧЕ (розетки);
- можливість введення поправочного коефіцієнта при опрацюванні результатів вимірювання статичної деформації.

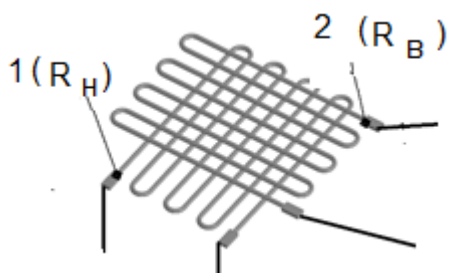


Рис. 1 – Тензометрична розетка:  
1 і 2 – ЧЕ, які сприймають  
основну і поперечну деформації  
відповідно, і електричний опір  
кожного

У доповіді розглядається прямокутна тензометрична розетка з ЧЕ, виконаними з ніхрому (Н80 Х20). Передбачається застосування цього тензометра при визначенні статичних напружень деталей працюючих при температурі 600-650 °С. Схема тензометричної розетки представлена на рисунку 1. ЧЕ розетки підключаються за чотирипровідною, потенціометричною схемою. При цьому електричний сигнал від ЧЕ надходить у сумуючу ланку – мілівольтметр. Результуючий сигнал мілівольтметра описується формулою:

$$\Delta V^H + \Delta V^B = IKR^H \varepsilon + IKR^B \mu \varepsilon = IKR(1 + \mu) \varepsilon, \quad (1)$$

де  $\mu$  – коефіцієнт Пуассона;  $\varepsilon$  – відносна деформація;  $K$  – коефіцієнт тензочутливості  $i$ ;  $I$  – струм, що проходить через ЧЕ (mA). Тут  $R = R^B = R^H$ .



У реальній ситуації маємо:  $R^H = \Delta_t^R \cdot R^B$ , де  $\Delta_t^R$  – коефіцієнт характеризує відмінність опорів верхнього і нижнього ЧЕ. Тоді в першому наближенні результуючий сигнал тензометричної розетки можна записати:

$$\Delta V_{\text{сум}} = IKR^B \Delta_t^R (1 + \mu) \varepsilon. \quad (2)$$

При експериментальному дослідженні деформацій деталі, температура може змінюватися і відтак буде змінюватися і коефіцієнт, що характеризує відмінність опорів ЧЕ тензометричної розетки. Отже необхідно знати залежність цього коефіцієнта від температури:  $\Delta_t^R = f(t)$

Цей коефіцієнт може бути отриманий експериментально при нагріванні тензометричної розетки і вимірі змін опорів її окремих ЧЕ.

Для цього були обрані стандартні зразки для розривної установки, на які були закріплені ЧЕ прямокутної розетки, рисунок 2.



Рис. 2 – Зразок препарований тензометричною розеткою

Для закріплення дротяних ЧЕ використовувався цемент Ц7-62-А, який дозволяє вимірювати деформації деталей при температурах 600-1000 °С. Верхня межа температури відноситься до динамічних вимірювань. Вимірювання електроопору ЧЕ розетки виконувалось високоточним омметром. Результати проведених вимірювань представлені на рисунку 3. Експеримент дозволив визначити: характер зміни опорів ЧЕ розетки; початок зони активного шунтування; рівень уявної деформації без підключення системи термокомпенсації.

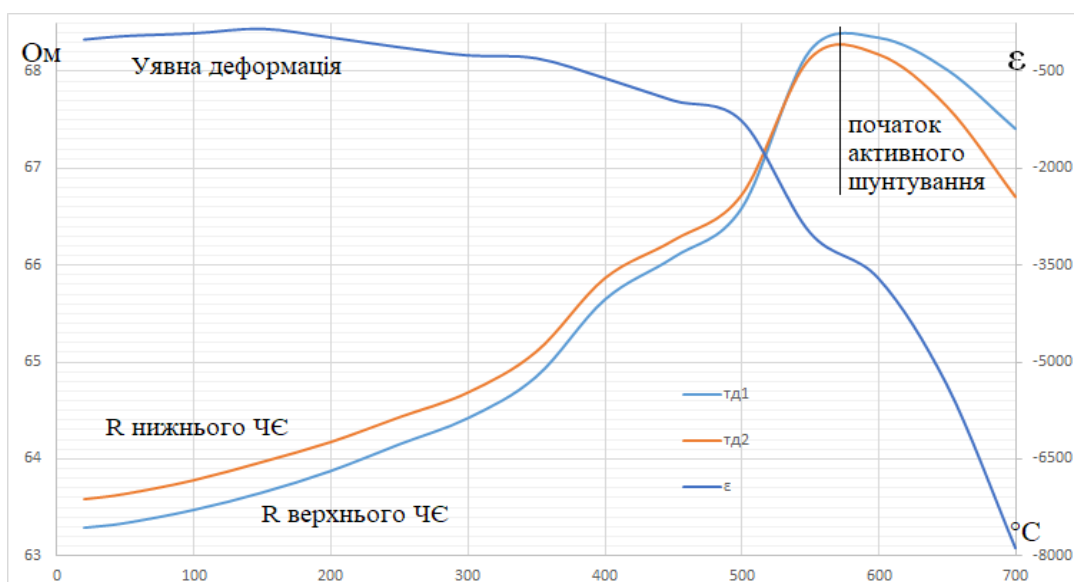


Рис. 3 – Зміна опорів ЧЕ досліджуваного тензометра