

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ДЕФОРМУВАННЯ БІМЕТАЛЕВИХ КОНТАКТНИХ ТЕРМОПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Тетяна Бардин¹, Богдан Дробенко²

^{1,2}Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України, м. Львів,
¹tetyana.v@i.ua, ²drobenko@ukr.net

В інженерній практиці використовують термочутливий елемент, який містить дві з'єднані в один пакет пластини з різних металів. Внаслідок різних фізико-механічних характеристик його складників, передусім коефіцієнта температурного розширення, біметалевий термоперетворювач під час нагрівання відхиляється в бік елемента з меншим його значенням. Такі термочутливі елементи дають можливість достатньо точно визначати температуру досліджуваних об'єктів за невисокої вартості та незначних затрат на обслуговування. Однак істотний їх недолік – недостатня надійність, позаяк температурні напруження, що виникають під час їх експлуатації, призводять до порушення міцності зчеплення між пластинами і часткового або повного розриву між ними.

Аби уникнути швидкого виходу з ладу біметалевого термоперетворювача, запропоновано таку його конструкцію, за якої пластина з більшим коефіцієнтом лінійного температурного розширення виконана із окремих сегментів, а інша – на одній із бокових сторін містить бурти (див. рис. 1; *1* та *2* – пластини з більшим і меншим коефіцієнтом лінійного температурного розширення, відповідно; *3* – бурти; *4* – проміжки між пластинами). Сегменти пластини з більшим коефіцієнтом лінійного температурного розширення встановлені між буртами пластини з меншим. Для пом'якшення контакту між пластинами передбачено проміжки; водночас торцеві поверхні буртів пластини з меншим коефіцієнтом лінійного температурного розширення та сегменти пластини з більшим, які до них прилягають, виконано конічними з однаковими кутами нахилу α , які вибирають з умови збереження цілісності термоперетворювача за його згину під час експлуатації. Проміжок *4* між пластинами *1* та *2* усуває тертя між ними.

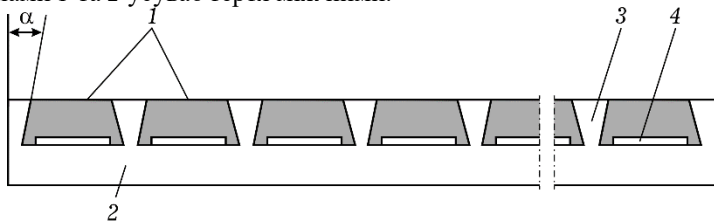


Рис. 1

Досліджено напружено-деформований стан такого термоперетворювача за умов експлуатації в межах загальної задачі термопружності з використанням методу скінченних елементів [1].

Досліджено термоперетворювач з міді ($\alpha_{T_1} = 17.4 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, $E_1 = 100 \text{ ГПа}$, $\nu_1 = 0.34$) і сталі-45 ($\alpha_{T_2} = 13.4 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, $E_2 = 195 \text{ ГПа}$, $\nu_2 = 0.3$) [11]; товщини пластин $h_1 = h_2 = 0.0005 \text{ м}$; довжина сегментів $l_0 = 0.005 \text{ м}$; ширина буртів $h_0 = 0.0005 \text{ м}$; проміжок між пластинами $\delta_0 = 0.001 \text{ м}$.

За перебування в середовищі з температурою $T = 5 \text{ К}$ термоперетворювач деформується (див. рис. 2, на якому подано осьові напруження).

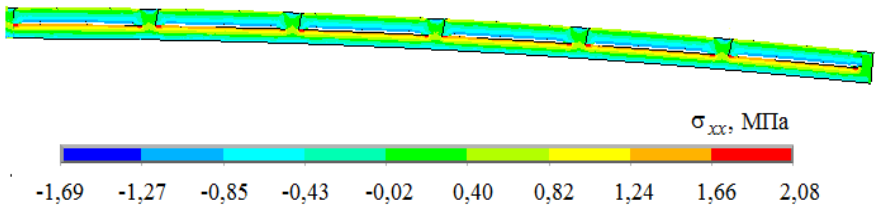


Рис. 2

Напружений стан у термоперетворювачі практично не залежить від кількості секцій (аналогічні результати отримано при 200 секціях). При наближенні до буртів у мідних секціях маємо незначну концентрацію напружень. В центральних частинах сегментів маємо сталий рівень. На нижніх поверхнях пластин маємо стиск, на верхніх поверхнях – розтяг. Завдяки проміжку між пластинами напруження на внутрішній поверхні мідних секцій і верхній поверхні сталевій пластини не працюють на розрив.

Важливо, аби термоперетворювач працював у пружній області, позаяк залишкові температурні деформації внаслідок його пластичного деформування можуть суттєво впливати на параметри роботи вимірювальної апаратури. Виконаний обчислювальний експеримент показав, що у разі виготовлення розглядуваного термоперетворювача з використанням твердого сплаву міді, при відносно повільних швидкостях зміни температури (до $10 \text{ }^\circ\text{C} / \text{с}$) прилад працюватиме в пружній області до температур порядку $850 \text{ }^\circ\text{C}$.

COMPUTER SIMULATION OF DEFORMATION PROCESSES OF BIMETALLIC CONTACT THERMOCONVERTERS

Temperature stresses caused a violation of the bond between the component plates of the bimetallic thermoconverter and cause partial lamination or a complete break between them. It is suggested to make a gap between the plates, and to make the plate with a higher coefficient of thermal expansion in the form of sections that abut against the edges made on a plate with a lower coefficient of thermal expansion. The strength of such design of the bimetallic thermoconverter was investigated.