

ВОЛЬТ-ВАТНА ЧУТЛИВІСТЬ АНІЗОТРОПНОГО ОПТИКОТЕРМОЕЛЕМЕНТА У ВИПАДКУ ДВОХМІРНОГО РОЗПОДІЛУ ТЕМПЕРАТУРИ

Проведено розрахунок вольт-ватної чутливості анізотропного оптикотермоелемента у випадку врахування анізотропії коефіцієнтів термоерс і теплопровідності при співпаданні напрямів променевого потоку та градієнта температури.

Calculation of volt-watt sensitivity of anisotropic optothermocell with the account of thermopower and thermoconductivity factors is carried out at concurrence of beam flow and temperature gradient direction.

Розглядається анізотропний оптикотермоелемент (АОТ) у вигляді прямокутної пластини довжиною a , висотою b і шириною c , причому $a=c \gg b$, що володіє анізотропією коефіцієнтів термоерс [1] і теплопровідності [2], тензори α і χ яких мають відповідно вигляд [3].

Верхня грань АОТ $a \times c$ знаходиться у теплооптичному контакті з термостатом, що підтримується при температурі $T=T_0$, виконаним із прозорого матеріалу в спектральному діапазоні, який відповідає матеріалу пластини. Термостат має такі геометричні розміри: довжину a , ширину c і висоту b_1 і коефіцієнт оптичного поглинання γ_1 . При проходженні рівномірного променевого потоку густиною q_0 послідовно через термостат і пластину з коефіцієнтом оптичного поглинання γ в останній виникає градієнт температури і однозначно зв'язана з ним поперечна термоелектрорушійна сила ε , яка у випадку врахування двохмірного розподілу температури має наступний вигляд [4]:

$$\varepsilon = 4q_0 e^{-\gamma_1 b_1} \frac{\alpha_{11} a^2}{\chi_{22} b} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{(2k+1)^2 \pi^2 - (\gamma a)^2} \times \left\{ 1 - e^{-\gamma b} + \frac{(\gamma a)^2}{(2k+1)^2 \pi^2} \times \left[1 - \frac{1}{\operatorname{ch} \frac{(2k+1)\pi b}{a}} \right] e^{-\gamma b} - \frac{\gamma a}{(2k+1)\pi} \operatorname{th} \frac{(2k+1)\pi b}{a} \right\} \quad (1)$$

Найбільш актуальним параметром розглядуваного АОТ є його вольт-ватна чутливість S_0 , яка задається співвідношенням

$$S_0 = \frac{\varepsilon}{q_0 a c} = \frac{4a}{b \cdot c} \frac{\alpha_{11}}{\chi_{22}} e^{-\gamma_1 b_1} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{(2k+1)^2 \pi^2 - (\gamma a)^2} \times \left\{ 1 - e^{-\gamma b} + \frac{(\gamma a)^2}{(2k+1)^2 \pi^2} \times \left[1 - \frac{1}{\operatorname{ch} \frac{(2k+1)\pi b}{a}} \right] e^{-\gamma b} - \frac{\gamma a}{(2k+1)\pi} \operatorname{th} \frac{(2k+1)\pi b}{a} \right\} \quad (2)$$

Аналіз співвідношення (2) показує, що для режиму роботи АОТ:

а) у випадку поверхневого поглинання ($\gamma b \gg 1$, $0 < \gamma_1 b_1 \leq \gamma b$)

$$S_{01} = \frac{4a}{b \cdot c} \frac{\alpha_{11}}{\chi_{22}} e^{-\gamma_1 b_1} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{(2k+1)^2 \pi^2 - (\gamma a)^2} \times \left[1 - \frac{\gamma a}{(2k+1)\pi} \operatorname{th} \frac{(2k+1)\pi b}{a} \right] \quad (3)$$

б) у випадку об'ємного поглинання ($\gamma b \approx 1$, $\gamma_1 b_1 \ll 1$)

$$S_{02} = \frac{4a}{b \cdot c} \frac{\alpha_{11}}{\chi_{22}} e^{-\gamma_1 b_1} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{(2k+1)^2 \pi^2 - (\gamma a)^2} \times$$

$$\times \left[1 - \frac{1}{e} + \frac{(\gamma a)^2}{(2k+1)^2 \pi^2 e} \left(1 - \frac{1}{\operatorname{ch} \frac{(2k+1)\pi b}{a}} \right) - \frac{\gamma a}{(2k+1)\pi} \operatorname{th} \frac{(2k+1)\pi b}{a} \right] \quad (4)$$

в) у випадку оптичного пропускання ($\gamma b \ll 1$, $\gamma_1 b_1 \ll 1$)

$$S_{03} = \frac{4a}{b \cdot c} \frac{\alpha_{11}}{\chi_{22}} e^{-\gamma_1 b_1} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{(2k+1)^2 \pi^2 - (\gamma a)^2} \times \left[\left(1 - \frac{(\gamma a)^2}{(2k+1)^2 \pi^2} \left(1 - \frac{1}{\operatorname{ch} \frac{(2k+1)\pi b}{a}} \right) \right) \gamma b + \frac{(\gamma a)^2}{(2k+1)^2 \pi^2} \left(1 - \frac{1}{\operatorname{ch} \frac{(2k+1)\pi b}{a}} \right) - \frac{\gamma a}{(2k+1)\pi} \operatorname{th} \frac{(2k+1)\pi b}{a} \right] \quad (5)$$

На рис.1 наведено залежність вольт-ватної чутливості S_0 АОТ, виготовленого із CdSb ($a=c=10^{-2}$ м, $\alpha_{11}=6.25 \cdot 10^{-4}$ В/К, $\alpha_{12}=0.75 \cdot 10^{-4}$ В/К, $\chi_{22}=1.5$ Вт/(м·К), $\gamma=10^2$ м $^{-1}$, $\gamma_1 b_1=0.01$), від γb , розглянутого в даній роботі (S_{03}), а також для цього ж термоелемента (S'_{03}) роботи [5] у випадку оптичного пропускання ($\gamma b \ll 1$). В таблиці

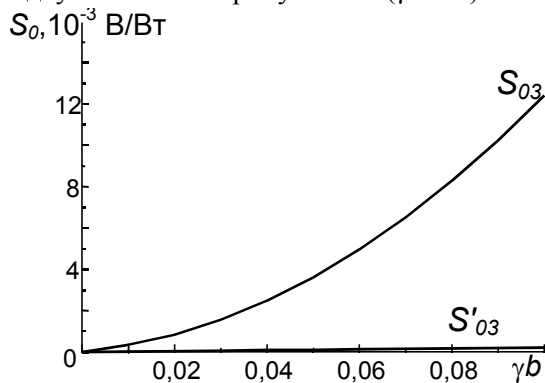


Рис.1. Залежність вольт-ватної чутливості S_0 АОТ від γb для випадку оптичного пропускання $\gamma b \ll 1$

ці 1 для порівняння зведено результати цих обчислень S_{03} , проведених в даній роботі, та відповідні результати S'_{03} з роботи [5].

З аналізу (3)-(5) і даних таблиці видно, що на відміну від одномірного розподілу температури [5], при якому величина вольт-ватної чутливості залежить від коефіцієнта термоерс α_{12} , у випадку двохмірного розподілу температури для розглянутого наближення вона залежить від коефіцієнта термоерс α_{11} , що приводить до збільшення величини вольт-ватної чутливості АОТ в порівнянні із [5].

Таблиця 1.

γb	S_{03}	$S'_{03}, 10^{-4}$ [5]
10 $^{-4}$	3,32·10 $^{-6}$	0,00247
0,01	3,3071·10 $^{-4}$	0,24507
0,02	8,2749·10 $^{-4}$	0,48512
0,03	0,00154	0,72026
0,04	0,00247	0,95044
0,05	0,00361	1,17568
0,06	0,00496	1,39597
0,07	0,00652	1,61131
0,08	0,00829	1,82169
0,09	0,01025	2,02713
0,1	0,01242	2,22761

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.

1. Tomson W. On thermoelectric currents in linear conductors of crystallintidiens // Math.Phys.Papers. - 1882. - №1. - P.266-273.
2. Пилат И.М., Беликов А.Б., Казанская Л.Л. и др. Влияние анизотропии теплопроводности на поперечную термоэдс в анизотропных средах // ФТП. - 1976. - **10**, №5. - С.1019-1021.
3. Ащеулов А.А., Гуцул І.В., Раренко А.І. Електро-рушійна сила і коефіцієнт корисної дії анізотропного термоелемента у випадку врахування анізотропії коефіцієнтів термоерс і теплопровідності // УФЖ. - 1997. - **42**, №6. - С.698-701.
4. Гуцул І.В. Обчислення двохмірного розподілу температури і термоелектрорушійної сили анізотропного оптикотермоелемента // Науковий вісник ЧДУ. Вип. 29: Фізика. - Чернівці: ЧДУ, 1998. - С.32-38.
5. Гуцул І.В. Анізотропний оптикотермоелемент у випадку збігу напрямків променевого потоку та градієнта температури // УФЖ. - 1998. - **43**, №10. - С.1278-1281.