

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ РЕЗИСТИВНИХ НАГРІВАЧІВ З ВУГЛЕЦЬ-ВУГЛЕЦЕВИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ В ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНИХ ДВИГУНАХ

Шишко А.Т.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Токарева О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. КІТАМ)

e-mail: artem.shyshko@nure.ua

In this work, the possibility of using a heating element made of carbon-carbon composite material for the thermal chamber of an electrothermal engine is considered. As a feedback element, an integral estimate of the temperature in the chamber is used by an indirect method, which is based on a change in the resistance of the CCCM with an increase in temperature and, in fact, consists in measuring the strength of the electric current flowing through the heater, which is in thermodynamic equilibrium with the object.

У процесі створення електротермічних двигунів (ЕТД) виникає необхідність застосування нагрівального елемента, що володіє високими термічними характеристиками, тривалим терміном експлуатації, малою масою, хімічною стійкістю до агресивних середовищ і швидким часом розігрівання.

Одним з перспективних матеріалів для виготовлення критичних елементів електротермічного двигуна є вуглець-вуглецевий композиційний матеріал (ВВКМ). ВВКМ володіє унікальним комплексом технічних характеристик, які відрізняють його від сучасних конструкційних матеріалів [1]. Температурний коефіцієнт лінійного розширення ВВКМ знаходиться на рівні $0,5-3 \cdot 10^{-6}$ К [1,2], питомий електричний опір при температурі 200 ° С становить $36-40 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ і з ростом температури знижується [1]. ВВКМ має сталість електричних властивостей в часі, може працювати в переривчастому струмовому режимі, хімічно стійкий до кислотного, лужного та аміачного середовища.

Застосування резистивних нагрівачів з вуглець-вуглецевих композиційних матеріалів є перспективним для різних пристроїв, що працюють в діапазоні температур від 9000С до 22000С в вакуумі або захисній атмосфері [1].

В роботі [3] наведено методику розрахунку конструкції резистивного нагрівача з вуглець-вуглецевого композиційного матеріалу.

Величина робочого струму, що протікає в резистивному нагрівачі пропорційна його електричному опору, яке відповідає реальній температурі в тепловій камері і заздалегідь визначено експериментально. На рис. 1 приведена залежність споживаного струму від температури резистивного нагрівача.

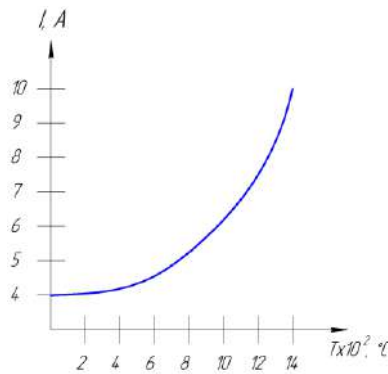


Рисунок 1. Залежність споживаного струму від температури нагрівача

Таким чином, нагрівач розглядається як деяка система, що схильна до різних теплових впливів, які визначають процес теплопереносу і характер зміни температури всередині камери і в зоні розташування нагрівача. В якості елемента зворотнього зв'язку використовується інтегральна оцінка температури в камері непрямым методом, який заснований на зміні опору ВВКМ з ростом температури і, фактично, полягає в вимірі сили електричного струму, що протікає через нагрівач, який знаходиться в умовах термодинамічної рівноваги з об'єктом.

Проведені дослідження і теоретичні розрахунки показали можливість застосування високотемпературного нагрівача з ВВКМ з заданими геометричними розмірами і теплофізичними характеристиками для теплової камери електротермічного двигуна. Отримані результати можуть бути використані для виготовлення різних теплових вузлів електротермічного обладнання.

Список використаних джерел

1. В.А. Гурин, И.В. Гурин, Ю.Е. Мури́н, С.Г. Фурсов, В.В. Колосенко, А.А. Корнеев, А.В. Григорьев, А.Н. Буколов. О некоторых возможностях газофазных методов для изготовления углерод-углеродных тепловых узлов для выращивания монокристаллов. Вопросы атомной науки и техники 4/76/, Харьков 1999 г., с.46-55.
2. Волков Д.П., Зорянич Ю.П. Теплофизические свойства углерод-углерод композиционных материалов, ТВТ, 1995, том 33, выпуск 6, с.941-947.
3. Development of the heating element from carbon-carbon composite material and electrothermal thruster temperature control system / V.E. Ovcharenko, E.V. Tokareva, I.V. Gurin // Problems of atomic science and technology. – 2018, № 2 (114), p.133-137.