

СУЧАСНІ ДОСЯГНЕННЯ В РОЗРОБЦІ МІКРОКАЛОРИМЕТРІВ І ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІЙ ФІЗИЦІ ТА БІОМЕДИЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Хриков Владислав Костянтинівич, Черкез Родіон Георгійович

*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,
вул. Коцюбинського, 2, Чернівці, 58002, Україна, e-mail: khrykov.vladyslav@chnu.edu.ua*

Мікрокалориметри — це надчутливі прилади для вимірювання теплових процесів у системах з мікро- та нанорівнем енергії. Упродовж останніх десятиліть відбулося стрімке вдосконалення їх конструкцій, чутливості та спектру застосувань. Найбільш перспективними вважаються мікрокалориметри з датчиками перехідного краю (TES), що працюють при криогенних температурах і забезпечують надвисоку енергетичну роздільну здатність. [1]

Значним досягненням є інтеграція TES-мікрокалориметрів у космічні рентгенівські місії, зокрема в зонді Line Emission Mapper (LEM), де планується застосування масиву з 14 тис. пікселів для дослідження формування галактик. [2] Іншим важливим напрямом є участь мікрокалориметрів у фундаментальних експериментах, як-от ECHO-100k, спрямованих на пряме визначення маси нейтрино. [3]

У біомедичних науках мікрокалориметрія використовується для аналізу клітинного метаболічного тепла (ΔPM), що відкриває нові можливості для неінвазивного моніторингу життєдіяльності клітин та оцінки впливу лікарських засобів. Унікальні системи на основі крапельної диференціальної мікрокалориметрії дозволяють в реальному часі вимірювати енергетичні параметри навіть в окремих клітинах або протистах. [4]

Також активно досліджуються методи математичного моделювання теплових процесів у мікрокалориметрах (CFD, FVM), що дозволяє покращити конструкцію сенсорів і мінімізувати похибки. Прогрес у мікромеханічній обробці та MEMS-технологіях сприяє мініатюризації та масовому виробництву мікрокалориметричних систем. [5]

Таким чином, мікрокалориметри сьогодні є не лише лабораторним інструментом, а й важливим компонентом сучасних наукових експериментів і діагностичних платформ, що мають стратегічне значення в астрофізиці, ядерній фізиці, хімії та біології.

Список літератури

1. Anatyshuk L. I. Thermoelectric power converters. Institute of Thermoelectricity, Kyiv: Naukova Dumka, 2003.
2. Adams J.S., Bandler S.R., Chervenak J.A., Finkbeiner F.M., Fuhrman J.D., Hull S.V., Kelley R.L., Kilbourne C.A., Porter F.S., Smith S.J., Wakeham N.A., Wassell E.J., Yoon S.H. Development of the microcalorimeter and anticoincidence detector for the Line Emission Mapper X-ray probe Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems. 2023. V. 9, Issue 4. P. 041005. DOI: 10.1117/1.JATIS.9.4.041005. – ISSN 2329-4124.
3. Mantegazzini F., Kovac N., Enss C., Fleischmann A., Griedel M., Gastaldo L. Development and characterisation of high-resolution microcalorimeter detectors for the ECHO-100k experiment Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment. 2023. V. 1055. P. 168564. DOI: 10.1016/j.nima.2023.168564.
4. Biffi V., ZuHone J.A., Mroczkowski T., Bulbul E., Forman W. The velocity structure of the intracluster medium during a major merger: Simulated microcalorimeter observations Astronomy & Astrophysics. 2022. V. 663. A76. DOI: 10.1051/0004-6361/202142764.
5. Zhao Y., Wang H., Gao B., Wang Z. Characterizations of the electrothermal parameters of a transition edge sensor microcalorimeter and its energy resolution Superconductivity. 2023. V. 7. 100051. DOI: 10.1016/j.susc.2023.100051.