

## НАНОСТРУКТУРИ У ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОМУ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВІ

Д.М. Фреїк, Л.І. Никируй, І.К. Юрчишин

*Фізико-хімічний інститут, кафедра фізики і хімії твердого тіла  
Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника,  
вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, Україна, 76018*

Проблеми перетворення енергії отримали новий напрямок і поглиблення у зв'язку з інтенсивними розробками нанотехнологій. Генератори на основі твердотільних термоелектричних модулів мають ряд переваг над традиційними, але через достатньо низький ККД (6 - 9 %) не набули широкого використання. Практичний сенс мають матеріали, для яких безрозмірна термоелектрична добротність  $ZT = \frac{S S^2 T}{k} \approx 1$ . Коефіцієнт Зеєбека  $S$  і електропровідність  $\sigma$  визначаються тільки електронною підсистемою, теплопровідність - електронною і фононою ( $k = k_e + k_L$ ). У масивних зразках основним способом підвищення фактора потужності  $S^2 \sigma$  є легування, а методом зниження теплопровідності  $k$  є підбір оптимальних компонентів сплаву. За останні півстоліття не було досягнуто суттєвих результатів у досягненні потрібних значень  $ZT$ .

В останні роки виник новий напрям покращення термоелектричних характеристик матеріалів, в якому було досягнуто прогресу і який дав новий імпульс відповідним дослідженням у цій області. Даний підхід полягає у використанні просторово-неоднорідних структур із включеннями, розміри яких порівняльні з характерними довжинами хвиль електронів і фононів. Зменшення розмірів системи до нанометрового масштабу викликає різкі відмінності в густині електронних станів, що створює нові можливості для варіації  $S$ ,  $\sigma$  і  $k$  квазінезалежно. Складові нанометрового розміру спричиняють квантово-розмірний ефект, який підвищує коефіцієнт потужності  $S^2 \sigma$ , а компонування внутрішніх границь в наноструктурі дозволяє зменшити теплопровідність в порівнянні з електропровідністю, що базується на відмінностях між фононою і електронною довжинами розсіювання. На цій основі створюють системи з квантовими ямами, дротами, точками та різноманітні композити з невпорядкованими включеннями нанометрового розміру.

Для розуміння шляхів покращення термоелектричної добротності основна задача на сьогодні полягає у побудові теоретичних моделей впливу квантово-розмірних ефектів на електронну і фононну підсистему наноструктур. Також необхідною є розробка технології отримання наноструктур із заданим середнім розміром часток, розподілом їх за розмірами та густиною.