

ВИКОРИСТАННЯ СПОНТАННОГО ГРАДІЄНТА ТЕМПЕРАТУР В ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОМУ НАНОГЕНЕРАТОРІ ІЗ ТОНКИМИ ПЛІВКАМИ ЙОДИДУ МІДІ

**Копач В.Р.¹, Ключко Н.П.¹, Шепотько Є.М.¹, , Петрушенко С.І.²,
Дукаров С.В.², Сухов В.М.², Хрипунова А.Л.¹**

¹ *Національний технічний університет*

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

² *Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, м. Харків*

Останнім часом все більше уваги привертають нові пристрої для збирання та перетворення на електричну енергію непотрібного низькокалорійного тепла із навколишнього середовища з метою заміни ними акумуляторів для живлення малопотужних електронних приладів і систем. Зокрема, при реалізації Інтернету речей IoT детектування, збирання даних і зв'язок здійснюватимуться із використанням мережі із трильйонів датчиків, для живлення яких раціонально використовувати термоелектричні наногенератори (TENG). У цій роботі досліджується нова конструкція вертикального TENG на основі тонкої плівки йодиду міді (CuI) на поверхні скляної підкладки із електропровідним прозорим шаром легованого фтором оксиду олова (FTO). Відмінною особливістю цього TENG є використання температурного градієнту ΔT понад 7 K, який спонтанно виникає між верхньою і нижньою поверхнями плівки CuI та між верхньою поверхнею CuI і непокритою підкладкою FTO при рівномірному нагріванні всього пристрою до T 30-50°C. Для створення композиції CuI/FTO використано гідрохімічний метод послідовної адсорбції і реакції іонних шарів SILAR. Було досліджено морфологію, кристалічну структуру і хімічний склад плівок CuI із товщинами від 0.6 мкм до 1.2 мкм та їх оптичні властивості в ультрафіолетовому, видимому та інфрачервоному діапазонах. Виявлено, що виготовлені методом SILAR плівки CuI є широкозонним напівпровідниковим матеріалом з шириною забороненої зони $E_g \approx 2.9-3.0$ eV і великою кількістю точкових дефектів, завдяки яким забезпечується поглинання інфрачервоного теплового випромінювання. За даними скануючої електронної мікроскопії та рентген-флуоресцентного аналізу, плівки CuI мають нанорозмірну морфологію і велику питому поверхню. Тому через адсорбцію слідів сірки і кисню із розчинів, в яких CuI було отримано методом SILAR, а також адсорбцію газів і водяної пари із атмосфери створюються сприятливі умови для поглинання плівкою CuI інфрачервоного світла. Поглинене інфрачервоне випромінювання викликає вібрації в молекулах CuI та розтягнення молекулярних зв'язків, що забезпечує більше нагрівання поверхні CuI порівняно із непокритою підкладкою FTO, завдяки якому і виникає температурний градієнт. Виготовлений шляхом забезпечення омичними тонкоплівковими контактами із Cr/Cu TENG вертикального типу з композицією Cu/Cr/CuI/FTO/Cr/Cu може використовуватись при $T \approx 30-50$ °C, тобто поглинати «теплове забруднення» навколишнього середовища. При середній температурі 50°C вихідними характеристиками запропонованого термоелектричного наногенератора площею $1.5 \text{ см} \times 2 \text{ см}$ є напруга холостого ходу $V_{oc} = 0,09 \text{ мВ}$ і максимальна електрична потужність $P_{max} = 0.4 \text{ нВт}$.