

# НАНОЧОРНИЛА НА ОСНОВІ ОКСИДУ ЦИНКУ ДЛЯ ДВО- ТА ТРИВИМІРНОГО ДРУКУ АКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СЕНСОРІВ

Доброжан О.А., Данильченко П.С., Гузенко О.І., Степаненко А.О., Опанасюк А.С.  
Сумський державний університет, вул. Римського-Корсакова 2, 40007, Суми

Напівпровідникова сполука оксиду цинку (ZnO) завдяки оптимальним фізичним властивостям, високій термічній, хімічній стабільності, екологічності є перспективним матеріалом для створення чутливих елементів сенсорів газів, рідин, УФ випромінювання, температури, вологості, тощо. Важливим параметром, який визначає ефективність роботи сенсорів є їх чутливість до дії джерела зовнішнього впливу (молекул речовини, енергії випромінювання, температури, тощо). Покращення рівня чутливості цих приладів можливе шляхом збільшення поверхневої площі матеріалу, що у свою чергу, досягається наноструктуруванням. Для зменшення вартості виготовлення сенсорів, їх активні елементи повинні бути створені використовуючи прості у реалізації та дешеві безвакуумні методи.

У цьому контексті, виготовлення активних елементів сенсорів шляхом дво- та тривимірного друку чорнил, що містять нанокристали оксиду цинку є перспективним з технологічної та економічної точки зору. Для цього, у даній роботі були розроблені два типи чорнил на основі нанокристалів ZnO синтезованих у поліольному середовищі у звичайній атмосфері та стабілізованих молекулами полівінілпіролідону. Для двовимірного друку, нанокристали ZnO були дисперговані у суміші дистильованої води та етиленгліколю, для тривимірного – у суміші  $\alpha$ -терпінеолу та целюлози.

Вивчення форми та розмірів наночастинок ZnO з використанням просвічуючої електронної мікроскопії (мікроскоп Селмі ПЕМ 125К) показало, що кристали мали квазісферичну форму із середнім діаметром  $d = 8 \pm 2.0$  нм (рис. 1а). Дослідження структурних властивостей, що проводилось рентгенографічним методом (дифрактометр ДРОН-3 із  $K_{\alpha}$  випромінюванням Cu аноду при  $\lambda = 0.15406$  нм) дало можливість встановити, що нанокристали оксиду цинку були однофазними та містили гексагональний тип кристалічної решітки (рис. 1б). Однофазність та тип кристалічної решітки нанокристалів був підтверджений електронограмою від наноматеріалу (див. вставку рис. 1а). Встановлено, що наночастинки мали високі значення коефіцієнту пропускання ( $T = 60-80\%$  при  $\lambda = 450-900$  нм) та ширину забороненої зони 3,24 еВ (рис. 1в).

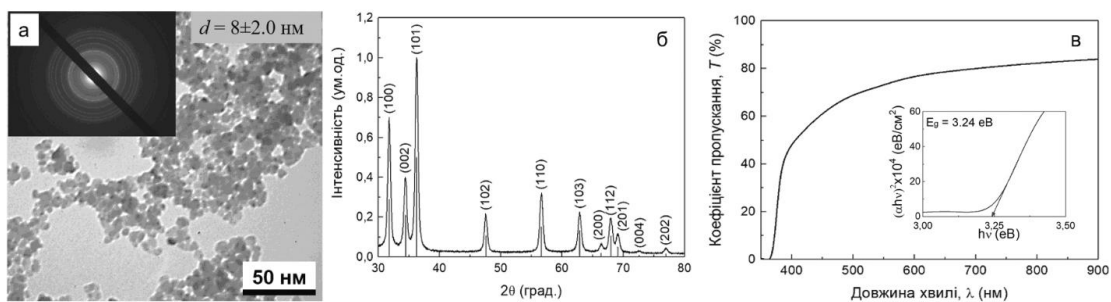


Рис. 1. ПЕМ знімок (на вставці електронограма) (а), дифрактограма (вертикальні лінії відповідають картці JCPDS # 01-079-0206) (б) та спектральна залежність коефіцієнту пропускання (в) від нанокристалів ZnO

Розроблені чорнила на основі однофазних нанокристалів ZnO є екологічно безпечними та можуть бути використані для створення активних елементів дешевих та високоефективних сенсорів шляхом їх друку звичайними струменевими та тривимірними принтерами.