

## ЕЛЕКТРОННА СТРУКТУРА ГРАФЕНОВИХ НАНОЛИСТІВ

Льків Б.І.<sup>1</sup>, *аспірант*; Петровська С.С.<sup>1,2</sup>, *науковий співробітник*;  
Сергієнко Р.А.<sup>2</sup>, *науковий співробітник*; Зауличний Я.В.<sup>1,3</sup>, *професор*

<sup>1</sup>Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича  
НАН України, Київ

<sup>2</sup>Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials (IMRAM),  
Tohoku University, Sendai, Japan

<sup>3</sup>Національний технічний університет України «КПІ», Київ

Методом ультратонкої рентгенівської емісійної спектроскопії було досліджено електронну структуру графенових нанолістів (ГНЛ). ГНЛ були отримані з вуглецевих нановолокон (ВНВ) за допомогою модифікованого метода Хаммерса шляхом відновлення окислених графенових нанолістів (ОГНЛ).

Було виявлено, що кисень, впроваджений між графеновими шарами в ОГНЛ після окислення ВНВ, взаємодіє з електронами  $\pi$ -орбіталей вуглецю. Це призводить до утворення притягуючих сил в напрямку вісі  $c$ . В результаті ОГНЛ стають гофрованими. Після видалення кисню при відновленні ОГНЛ перекриття  $\pi$ -орбіталей зростає, і  $\pi$ -стані змішуються з  $\sigma$ -станами через непаралельність цих орбіталей. Це зумовлює збереження гофрованості в ГНЛ.

$OK_{\alpha}$ -емісійні смуги ОГНЛ не були виявлені в енергетичному діапазоні, що відповідає  $K_{\alpha}$ -смузі кисню в першому та другому порядках. Відсутність  $OK_{\alpha}$ -смуги може бути пов'язана з видаленням кисню зі зразка в результаті електронного бомбардування при дослідженні зразка. Таким чином електронне бомбардування ОГНЛ може бути використане для відновлення ОГНЛ.

Було виявлено, що  $SK_{\alpha}$ -смуга ГНЛ вужча, ніж спектр ОГНЛ. Це пов'язано зі зменшенням відстаней між графеновими шарами від 0,75 нм до 0,34 нм та збільшенням перекриття розорієнтованих  $\pi$ -орбіталей між гофрованими нанолістами. В результаті енергія електронів зайнятих  $\pi$ -станів знижується. Зростання непаралельного перекриття  $\pi$ -орбіталей призводить до утворення змішаних ( $\sigma+\pi$ )-станів.