

Д.Ю. КРАВЦОВА, канд. фіз.-мат. наук, асистент, С.С. ДУБРОВСЬКИЙ, к. т. н., доцент,  
А.О. РЯЗАНЦЕВ, к. т. н., доцент, Криворізький національний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАНОКОМПОЗИТУ Al-cBN ЯК ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ

У машинобудівній промисловості, робототехніці завжди є актуальним питання захисту деталей механізму від впливу навколишнього середовища та механічних пошкоджень. Тому неперервно тривають розробки нових матеріалів для універсальних захисних покриттів. Одним із перспективних композитів на металічній матриці є Al-cBN. Завдяки парамагнітності, високій корозійній стійкості, легкості та дешевизні алюмінію штучні матеріали на його основі недорогі у виробництві та зручні на практиці. Твердість кубічного BN забезпечує композитним матеріалам, у склад яких він входить, достатню механічну стійкість до механічних навантажень та пошкоджень.

У роботі [1] досліджено композити, що базуються на Al, та армовані сильними інтерфейсами  $AlB_2$ , AlN, BN, які виникали при додаванні BN. Автори вважають, що саме ці інтерфейси внесли найбільший вклад у міцність експериментального зразку. Суттєвим є дослідження [2] сплаву Al-5%Cu, що зміцнюють Si та N. Виявлено, що додавання  $Si_3N_4$  у сплав значно збільшує межу текучості.

В даному дослідженні метою є встановити розрахункову теоретичну твердість композиту [3], зробити оцінку хімічної інертності, визначити коефіцієнт тертя [4] поверхні композиту Al-cBN у нормальному стані та у деформованому, симулюючи процес тертя оброблених композитом деталей у вузлі механізму, побудувати криві повної енергії та деформації [3], що виникають у модельних об'єктах при різному механічному навантаженні.

Обчислювальний експеримент виконано на багатократно апробованому авторському програмному комплексі, який застосовує методи функціоналу електронної густини та псевдопотенціалу із перших принципів. Розрахункові атомні моделі матеріалу розроблені згідно вимог методики розрахунку та особливостей програмного забезпечення так, щоб адекватно відтворити структуру та склад досліджуваного 1D-наноматеріалу.

Захисне покриття – металічноматричний композит Al-cBN – змодельовано набором нескінченних у площині наноплівочок, що кривають деталь механізму. Згідно з дослідженнями [1] при виготовленні композиту виникають фази  $AlB_2$ , AlN, які відтворені у атомних розрахункових моделях, а на рис. 1 а) та б) зображені схематично. На рис. 1 в) та г) зображено модельні плівки композиту Al-cBN, що складені із шарів Al, B, N.

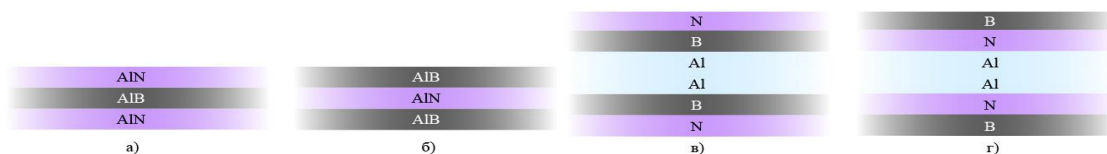


Рис. 1. Континуальні моделі наноплівочок на основі металічноматричного композиту Al-cBN

Дослідження виконано за підтримки Національного фонду досліджень України.

### Список літератури

1. Steinman A. E. Al-based composites reinforced with  $AlB_2$ , AlN and BN phases: Experimental and theoretical studies / A.E. Steinman, S. Corthay, K.L. Firestein, D.G. Kvashnin, A.M. Kovalskii, A.T. Matveev, D.V. Shtansky // *Materials & Design*, 2018. – №141. – P.88-98.
2. Lotfy A. Novel preparation of Al-5%Cu/BN and  $Si_3N_4$  composites with analyzing microstructure, thermal and mechanical properties / A. Lotfy, A. V. Pozdniakov, V. S. Zolotarevskiy, M. A. El-khair, A. Daoud, A. Mochugovskiy // *Materials Characterization*, 2018. – №136. – P.144-151.
3. Balabai R.M. Hardness of diamond-cBN nanocomposite/ R.M. Balabai, D.Yu. Kravtsova // *Diamond and Related Materials*. – 2018. – №82. – P.56-62.
4. Балабай Р. М. Трибологічні характеристики алмазоподібних вуглецевих плівок, покритих воднем або фтором: розрахунки ab initio / Р. М. Балабай, А. Г. Барилка, Д. Ю. Грицуля. // *Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Сталий розвиток промисловості та суспільства», Кривий Ріг, 22-25 жовтня 2014 р.* – Кривий Ріг, 2014. – Т.2 – 292 с.