

## СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ У СВІТІ ТА УКРАЇНІ

Одарчук Ю.О.<sup>1</sup>, Федосов С.А.<sup>2</sup>, Замуруєва О.В.<sup>2</sup>, Захарчук Д.А.<sup>3</sup>, Сахнюк В.Є.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Гуманітарно-природничий університет імені Яна Длугоша в Ченстохові,  
Ченстохова, Польща

<sup>2</sup>Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна  
zamuraeva.o@gmail.com

<sup>3</sup>Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Підвищення інтеграції електронних компонент, нові матеріали з покращеними характеристиками температурної стійкості та збереження своїх структурних, діелектричних, електрофізичних і магнітних властивостей, а також розроблення нових датчиків газу, тиску, випромінювання з широким діапазоном хвиль на основі мембран з атомарною товщиною – усе це суттєві переваги наноелектроніки. Дослідження пов'язані з нанотехнологіями є одними з найактуальніших на сьогодні і мають велике практичне значення. Вони включають в себе розробку методів новітніх технологій одержання та переробки полімерних матеріалів з прогнозованим комплексом їх властивостей.

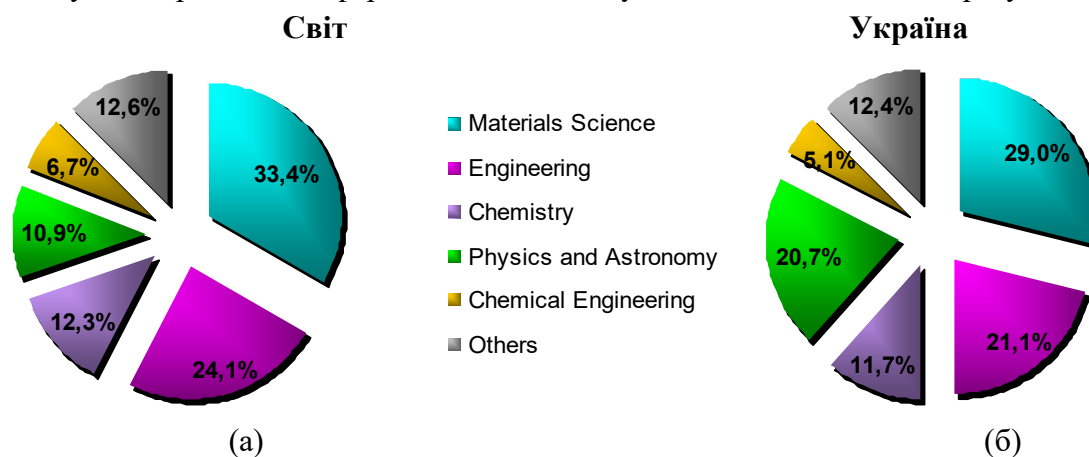
У наукометричній базі даних Scopus за період 1993-2021 рр. опубліковано 50 020 наукових праць, які пов'язані з дослідженнями полімерних композитних матеріалів, майже половина з яких опубліковано вченими з Китаю та США. Серед передових країн за кількістю публікацій також: Індія, Японія, Великобританія, Німеччина тощо. Самі ж дослідження з даної тематики зосереджено у провідних науково-дослідних центрах, серед яких: *Міністерство освіти Китаю, Китайська академія наук, Сичуанський університет, Харбінський технологічний інститут, Національний центр наукових досліджень CNRS, Технологічний інститут Джорджії* тощо. Закономірно, що провідні центри належать саме країнам-лідерам – Китай, США тощо.

Значно менша ніж загальносвітова (325) кількість публікацій присвячених вивченню питань полімерних композитних матеріалів для дослідників з українських організацій. Провідними українськими установами за кількістю публікацій є: *Національна академія наук України, інститути НАН України – Інститут хімії високомолекулярних сполук, Інститут хімії поверхні, Інститут фізики, Інститут проблем матеріалознавства, Інститут фізики напівпровідників, а також Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Національний університет «Львівська політехніка».*

Найвагоміші результати досліджень світових науковців опубліковано у авторитетних виданнях Q1. Найбільшу кількість представлено у журналах: *Journal of Applied Polymer Science* (SJR 0,58), *Composites Science and Technology* (SJR 2,0), *Composites Part B: Engineering* (SJR 2,2), *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing* (SJR 1,88), *Polymer* (SJR 0,91), *ACS applied materials & interfaces* (SJR 2,54), *Composite Structures* (SJR 1,63), *Polymer Composites* (SJR 0,58), тоді як найбільш цитовані статті опубліковані у топових (з високим SJR) журналах: *Nature* (SJR 15,99),

*Science* (SJR 12,56), *Advanced Materials* (SJR 10,71), *Biomaterials* (SJR 3,21), *Carbon* (SJR 2,25), *Progress in Materials Science* (SJR 9,71), *Macromolecules* (SJR 1,99), *Nature Nanotechnology* (SJR 14,31). Причому, значна кількість публікацій видана не лише у топових журналах, але й у великій кількості матеріалів конференцій, таких як *Proceedings of SPIE The International Society for Optical Engineering* (SJR 0,19) тощо, що вказує на важливість участі науковців у роботі таких заходів, зокрема представлення на них своїх результатів.

Українські науковці найчастіше публікують свої результати в журналах Q3: *Molecular Crystals and Liquid Crystals* (SJR 0,22), *Chemical and Petroleum Engineering* (SJR 0,29), *Powder Metallurgy and Metal Ceramic* (SJR 0,22), *Materials Science* (SJR 0,23), *International Applied Mechanics* (SJR 0,22), але і значна їх кількість прослідковується у виданнях Q1 і Q2: *Nanoscale Research Letters* (SJR 0,87), *Journal of Applied Polymer Science* (SJR 0,58), *Mechanics of Composite Materials* (SJR 0,36). Привертає увагу те, що країни-лідери за кількістю і якістю публікацій публікують результати своїх досліджень практично у тих самих наукових виданнях. Це є певним «плюсом», оскільки, публікуючи статті у таких самих журналах, вчені цих країн звертають увагу на інші праці, опубліковані у цих виданнях. Таким чином реалізується більша кількість цитувань їх праць. Тому найбільш цитовані українські публікації саме у виданнях Q1 і Q2. Причому, імпаکت-фактори цих журналів не завжди є надто високими: *Journal of Physics and Chemistry of Solids* (Q2 SJR 0,74), *Progress in Polymer Science* (Q1 SJR 5,95), *Journal of Membrane Science* (Q1 SJR 1,93), *Chemistry of Materials* (Q1 SJR 3,74), *Composite Interfaces* (Q2 SJR 0,59), *Advances in Colloid and Interface Science* (SJR Q1 2,27), *ACS Nano* (Q1 SJR 5,55), *Polymer Engineering and Science* (Q2 SJR 0,5), *Journal of Colloid and Interface Science* (Q1 SJR 1,54), *Powder Technology* (Q1 SJR 1,08). Часто такими виданнями є матеріали профільних конференцій, що є ознакою сформованого певного міжнародного наукового середовища, представники якого беруть спільно участь у міжнародних конференціях та симпозіумах, де діляться своїми результатами.



**Рис. 1.** Переважаючі галузі знань публікацій з «Полімерні композитні матеріали» (Polymer composite materials).

Для всіх публікацій по світу пов'язаних з «Полімерні композитні матеріали», переважаючими є «Матеріалознавство», «Інженерія», «Хімія», «Фізика та астрономія» і «Хімічна інженерія» (рис. 1а). Для України переважаючі галузі такі ж як у світі (рис. 1б), лише з дещо іншими пріоритетами.

Схожим є аналіз країн, з представниками яких частіше йдуть на співпрацю. Для України це країни, які мають можливість надати матеріальну базу високого рівня. Закономірно бачити значну кількість публікацій з: РФ, Польща, США, Франція, Греція. Є серед країн-партнерів і Німеччина, Великобританія, Італія, Білорусь, Китай. Хоча Китай і США мають високий економічний потенціал та суттєво вищі показники за кількістю публікацій, вони не є переважаючими серед країн-партнерів для України. Для цих країн, як правило, пріоритетною є підтримка власних досліджень та, відповідно, значна кількість публікацій без іноземних партнерів.

Найбільшими світовими організаціями, що фінансують дослідження в даній галузі – здебільшого організації з Китаю і США: *National Natural Science Foundation of China*, *National Science Foundation*, *European Commission*, *Ministry of Education of the People's Republic of China*, *Fundamental Research Funds for the Central Universities*, *U.S. Department of Defense* тощо. Для України ситуація з державною підтримкою складніша. Дуже мала кількість публікації, де вказано виконання за сприянням *НАНУ* і *МОНУ*. Зате є публікації українських вчених, дослідження яких підтримані *Bundesministerium für Bildung und Forschung* (Німеччина), *Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego*, *Narodowe Centrum Nauki* (Польща) тощо. Фінансують українські дослідження і загальносвітові спонсори: *European Commission*, *NATO* і *Seventh Framework Programme*. Як правило, українські вчені виконують свої дослідження або в закордонних інституціях, вигравши певний дослідницький грант, або українська організація співпрацює із закордонною. Тому вчені є співавторами багатьох спільних статей. Іншою проблемою у науковців з України є не деталізація на метаданих (відсутність виконання у рамках певного гранту), або виконання досліджень без фінансової підтримки. Лише близько чверті публікацій з українськими науковцями із проіндексованих мають відомості про фінансування дослідження.

На основі проведеного аналізу стану досліджень полімерних композитних матеріалів в Україні та світі можна зробити висновок про високу актуальність даного напрямку, оскільки ним займається велика кількість науковців якими опубліковано понад 50 000 наукових праць у наукометричній базі даних Scopus за період 1993-2021 рр. Серед країн-лідерів в цій галузі можна виділити: Китай, США, Індія, Японія, Великобританія, Німеччина тощо. Така зацікавленість науковців провідних країн світу і не тільки до даної проблематики свідчить про високе її практичне значення.

Окремо слід зауважити, що кількість публікацій українських вчених присвячених вивченню питань полімерних композитних матеріалів у загальносвітовому рейтингу складає 325 із h-індексами  $h = 27$ . Недостатнє представлення публікацій, які подаються українськими науковцями пояснено низкою факторів: потребами у наявності сучасної та дорогої матеріальної бази; ліцензованого програмного забезпечення; частою відсутністю зовнішнього фінансування таких досліджень; відсутністю чіткого інформування, за кошти яких саме грантів виконується конкретне дослідження. Однак, міжнародна співпраця українських вчених заслуговує уваги та вказує на перспективи розвитку досліджень полімерних композитних матеріалів.