УДК 620.22 С916

СУЧАСНЕ:МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО ВІД НАНОСТРУКТУР ДО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ

Б. Щербина, група АІ-24
Л. Молокост, науковий керівник, викладач
Центральноукраїнський національний технічний університет

Сучасний етап розвитку цивілізації характеризується стрімким переходом від використання традиційних конструкційних матеріалів до розробки багатофункціональних систем, здатних адаптуватися до зовнішніх умов. Матеріалознавство сьогодні – це міждисциплінарна галузь науки, що вивчає залежність між складом, структурою та властивостями матеріалів у взаємозв'язку з технологією їхнього отримання та перероблення, умовами експлуатації та вартістю, і яка спрямована на створення нових матеріалів, що задовольняли б потреби.Завдання, які вирішуються сучасним матеріалознавством, значною мірою обумовлюють розвиток енергетики, електроніки, інформаційних та нанотехнологій, хімічної, аерокосмічної та інших галузей промисловості, транспорту, медицини, біомедичної інженерії та охорони здоров'я.Хоча вивчати корисні властивості матеріалів люди почали здавна, але як науку матеріалознавство сформовано в середині XX століття, коли вже було завершено створення власного базису фізики, хімії та механіки. Ключовий тренд галузі полягає у переході від «пасивних» матеріалів до «активних» та «інтелектуальних» систем, фундаментом яких є наноструктуровані об'єкти.[1]

Перехід до наномасштабу (1–100 нм) дозволяє маніпулювати властивостями речовини на рівні окремих атомів та молекул. На відміну від об'ємних аналогів, наноструктури демонструють унікальні квантові ефекти, що кардинально змінюють їхні характеристики: механічні властивості вуглецеві нанотрубки та графен демонструють питому міцність, що у десятки разів перевищує показники найкращих сталей, зберігаючи при цьому надзвичайну гнучкість; оптичні ефекти використання квантових точок дозволяє створювати дисплеї та світлодіоди з надзвичайно вузьким спектром випромінювання, що забезпечує неперевершену передачу кольору; каталітична активність – велика питома площа поверхні нанопорошків робить їх ідеальними каталізаторами для водневої енергетики та систем очищення довкілля. Сьогодні розвиток наноструктур перейшов від простого синтезу до керованої самоорганізації, де структури будуються за принципом «знизу-вгору», імітуючи біологічні процеси. Важливою особливістю наноматеріалів є можливість цілеспрямованого проєктування їхніх властивостей. Змінюючи розмір частинок, форму та структуру, можна отримати матеріал із заданими характеристиками, що робить цю галузь однією з найбільш перспективних у сучасній науці. Водночас використання наноматеріалів потребує обережного підходу, оскільки їхній вплив на організм людини та екосистеми ще не вивчений повністю. Тому важливим напрямом є дослідження їхньої біобезпеки та довгострокових наслідків застосування.[4]

Інтелектуальними називають матеріали, які здатні сприймати зовнішні подразники (температуру, тиск, магнітне чи електричне поле, рівень pH) та реагувати на них заздалегідь визначеним і контрольованим чином. Основними класами таких матеріалів є матеріали з пам'яттю форми (SMA), здатні відновлювати початкову форму після значної деформації при нагріванні (наприклад, нітинол); п'єзоелектрики, що перетворюють механічну енергію в електричну і навпаки; самозагоювальні матеріали – композити з вбудованими мікрокапсулами, які вивільняють полімеризуючий агент при виникненні мікротріщин, автоматично «ремонтуючи» конструкцію; хромні матеріали, що змінюють колір під впливом температури або світла.Також вони знаходять широке застосування в сучасній техніці та технологіях. У медицині вони використовуються для створення біосумісних імплантів, стентів

і систем контрольованого вивільнення ліків. В авіації та космічній галузі такі матеріали дозволяють підвищити надійність конструкцій за рахунок зменшення ваги та здатності до самодіагностики пошкоджень. У будівництві вони застосовуються для створення «розумних» конструкцій, що реагують на зміну навантажень або температурних умов, підвищуючи безпеку та довговічність споруд. Перспективним напрямом є інтеграція інтелектуальних матеріалів у робототехніку та електроніку нового покоління, де вони можуть виконувати функції чутливих елементів і виконавчих механізмів одночасно.[3]

Найвищою точкою розвитку сучасного матеріалознавства є створення інтелектуальних систем, де матеріал одночасно виконує ролі сенсора, актуатора та процесора. Інтеграція наноструктур у такі системи дозволяє досягти високого рівня мініатюризації: гнучка та біоінтегрована електроніка, адаптивні авіаційні конструкції, адресна доставка ліків за допомогою наноконтейнерів з інтелектуальною оболонкою, що реагують лише на певне хімічне середовище.

Попри значний прогрес, галузь постає перед низкою викликів: стабільність та довговічність наноструктур, їхня схильність до деградації та окислення; складність масштабування лабораторних методів до промислового виробництва; екологічність та безпека, зокрема вплив наночастинок на здоров’я людини та навколишнє середовище.Важливим напрямом подальшого розвитку є також створення стандартів оцінювання безпеки та впливу інтелектуальних і наноматеріалів на людину та екосистеми. Це включає розробку методів контролю їх поведінки на молекулярному рівні, а також удосконалення технологій утилізації та повторного використання. Таким чином, сучасне матеріалознавство поступово переходить від етапу відкриття нових матеріалів до етапу керованого проєктування «розумної» матерії, що здатна працювати як елемент складних технічних і біологічних систем.[2]

Висновок: Перехід від класичного матеріалознавства до розробки наноструктурованих інтелектуальних систем є неминучим етапом технологічної еволюції. Це відкриває шлях до створення екологічної енергетики, високоефективної медицини та безпечної інженерії. Майбутнє за матеріалами, які не просто витримують навантаження, а «живуть» разом із системою, відчуваючи світ так само тонко, як і живі організми.Отже, сучасне матеріалознавство формує основу технологій майбутнього, де матеріали стають не просто пасивними елементами конструкцій, а активними учасниками складних систем, здатними до «інтелектуальної» поведінки та адаптації.

Список літератури

1. [Електронний ресурс] -https://uk.wikipedia.org/wiki/Матеріалознавство
2. [Електронний ресурс] https://dspace.onu.edu.ua/server/api/core/bitstr-eams/14f08166-7c49-457b-92a6-4fa61509ad5f/content
3. [Посібник]-Анатолій Власенко.Матеріалознавство та технологія металів.2019. https://www.e-litera.com.ua/upload/pto/pto-materialoznavstvo.pdf
4. [Посібник]-Проценко І. Ю. Наноматеріали .2017. https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2021/Protsenko_2017_155.