УДК 620.3(075.8)
DOI: 10.62717/2221-4550-2025-1-149

Чужбойська П.В.
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: polinachuzhboyskaya@gmail.com

Мамчур С.І.
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
ORCID 0009-0004-1600-6068
E-mail: 1964stella1965@gmail.com

Носова Т.В.
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
ORCID 0009-0009-1591-8811
E-mail: amaretanya0512@gmail.com

ТИПИ СТРУКТУР НАНОМАТЕРІАЛІВ

Анотація. На сьогодні термін «нанонауки» не має достатньо точного визначення. Це пояснюють тим, що її становлення відбувалося поступово, під час розвитку і злиття низки різних наукових напрямів, і дотепер цей процес ще далекий від завершення. Наука про наноматеріали й наносистеми ґрунтується на фізиці, хімії й біології, передусім на тих їх розділах, в яких вивчають об’єкти, що складаються зі зліченної кількості атомів або молекул, тобто такі об’єкти, у яких суттєво проявляються сильна залежність властивостей від розмірів, дискретна атомно-молекулярна структура речовини, квантові закономірності її поведінки. На практиці найпоширеніші твердотільні наноматеріали, тому найважливішим науковим базисом для їхнього розвитку є фізика твердого тіла.

Ключові слова: нанокристали, наноматеріали, наночастинки, структура.

P. Chuzhboiska
Oles Honchar Dnipro National University
E-mail: polinachuzhboyskaya@gmail.com

S. Mamchur
Oles Honchar Dnipro National University
ORCID 0009-0004-1600-6068
E-mail: 1964stella1965@gmail.com

T. Nosova
Oles Honchar Dnipro National University
ORCID 0009-0009-1591-8811
E-mail: amaretanya0512@gmail.com

TYPES OF STRUCTURES OF NANOMATERIALS

Abstract. Today, the term ‘nanoscience’ does not have a sufficiently precise definition. This is explained by the fact that its formation occurred gradually, during the development and merger of a number of different scientific fields, and this process is still far from complete. The science of nanomaterials and nanosystems is based on physics, chemistry, and biology, primarily on those sections that study objects consisting of a countable number of atoms or

molecules, that is, such objects in which a strong dependence of properties on size, the discrete atomic-molecular structure of matter, and quantum regularities of its behavior are significantly manifested. In practice, solid-state nanomaterials are the most common, so the most important scientific basis for their development is solid-state physics.

Keywords: nanocrystals, nanomaterials, nanoparticles, structure.

Наноматеріали мають низку структурних особливостей, що обумовлені параметрами, які можуть стосуватися і структури, і її окремих елементів. Вони проявляються у їхніх незвичайних властивостях наноматеріалів.

Існують різні види наноматеріалів, кожному з яких притаманна специфічна структура і властивості. Особливості наноматеріалів і створюваних на їх основі наносистем проявляються в розмірних ефектах, серед яких важливе місце займають квантові. Наноматеріали підрозділяють за структурою на наночастинки й наноструктурні матеріали.

До наночастинок відносяться:

— нанокластери, серед яких розрізняють впорядковані, що характеризуються певним порядком розташування атомів (молекул) і сильними хімічними зв'язками, і невпорядковані, в яких порядок в розташування атомів (молекул) відсутній, а хімічні зв'язки слабкі;
— нанокристали, що характеризуються впорядкованим розташуванням атомів (молекул) і сильними хімічними зв'язками — подібно до масивних кристалів;
— фулерени, що складаються з атомів вуглецю (або інших елементів) та утворюють структуру у вигляді сфероподібного каркаса;
— нанотрубки, що складаються з атомів вуглецю (або інших елементів) та утворюють структуру у вигляді циліндричного каркаса;
— супермолекули, що складаються з молекули-основи з просторовою структурою, в порожнині якої міститься стороння молекула;
— біомолекули — складні молекули біологічної природи з полімерною будовою (ДНК, білки);
— міцели, що складаються з молекул поверхнево-активних речовин та утворюють сфероподібну структуру.

Наноструктурні матеріали є ансамблями наночастинок. Тут наночастинки відіграють роль структурних елементів. Наноструктурні матеріали підрозділяють за характером взаємозв'язку наночастинок на консолідовані та нанодисперсні.

Консолідовані — це компактні твердофазні матеріали, що складаються з наночастинок, які мають фіксоване просторове положення в об'ємі матеріалу і жорстко пов'язані безпосередньо одна з одною.

До консолідованих наноматеріалів відносять:

— матеріали, що складаються з нанокристалів, які зазвичай називають нанокристалітами;
— фулерити, що складаються з фулеренів;
— фотонні кристали, що складаються з просторово впорядкованих елементів, які порівнянні за розміром з половиною довжини світлової хвилі;
— шаруваті нанокомпозити (надрешітки), що складаються з шарів різних матеріалів нанорозмірної товщини;
— матричні нанокомпозити, що складаються з твердофазної основи — матриці, в об'ємі якої розподілені наночастинки;
— нанопористі матеріали;
— наноаерогелі, які містять прошарки нанорозмірної товщини, що розділяють пори.

Згідно з наведеною вище термінологією наноматеріали можна розділити на чотири основні категорії. Перша охоплює матеріали у вигляді твердих тіл, розміри яких в одному, двох або трьох вимірах не перевищують 100 нм. До таких матеріалів можна віднести нанорозмірні частинки (нанопорошки), нанодроти й нановолокна, дуже тонкі плівки (товщиною менше ніж 100 нм), нанотрубки тощо. Такі матеріали можуть містити як один структурний елемент або кристаліт (для частинок порошку), так і декілька їхніх шарів (для плівки). У зв'язку з цим першу категорію можна класифікувати як наноматеріали з малою кількістю структурних елементів, або наноматеріали у вигляді нановиробів.

Друга категорія містить матеріали у вигляді малорозмірних виробів з характеристичним розміром у діапазоні 1 мкм…1 мм. Зазвичай це дріт, стрічка, фольга. Такі матеріали містять вже багато структурних елементів і їх можна класифікувати як наноматеріали з великою кількістю структурних елементів (кристалітів) або наноматеріали у вигляді мікровиробів.

Третя категорія — це масивні (або інакше — об'ємні) наноматеріали з розмірами виробів з них у макродіапазоні (більше декількох мм). Вони складаються з дуже великої кількості нанорозмірних елементів (кристалітів) і фактично є полікристалічними матеріалами з розміром зерна до 100 нм. Своєю чергою третю категорію наноматеріалів можна розділити на два класи.

Список використаних джерел

1. Наноматериалы / Б.М. Балоян, А.Г. Колмаков, М.И. Алымов, А.М. Кротов. — М.: Угреша, 2007. — 386 с.
2. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии — М. : Физматлит, 2005. — 426 с.
3. Головин Ю.И. Введение в нанотехнологию. — М.: Машиностроение, 2003. — 112 с.
4. Павлыго Т.М. Стандартизация в области нанотехнологии наноматериалов / Т.М. Павлыго, Г.Г. Сердюк, В.И. Шевченко // Наноструктурное материаловедение. — 2010. — № 3 — 70-80 с.