

УДК 621.762: 006.1

Т.М.Павлиго

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича НАН України

УНІФІКАЦІЯ ТЕРМІНОЛОГІЇ У ГАЛУЗІ НАНОТЕХНОЛОГІЙ НА МІЖНАРОДНОМУ РІВНІ

Проведено аналіз стандартів з термінології у галузі нанотехнологій і наноматеріалів різних країн світу - США, Англії, Росії й ін. Опіраючись на досвід та раціональний плановий підхід ISO/TC 229 «Нанотехнології» до створення нових стандартів, рекомендується для України впровадження міжнародних стандартів методом гармонізації.

Ключові слова: *нанотехнології, стандартизація, термінологія.*

Нанотехнології почали активно розвиватися та широко застосовуватися в усіх сферах діяльності людини від виробництва продукції для військово-промислового комплексу до виготовлення товарів повсякденного вжитку і харчових продуктів. За таких обставин набуло актуальності питання про стандартизацію в цій галузі науки й техніки. Створені в США, країнах Європейського Союзу, Китаї, Росії технічні комітети та спеціалізовані організації вже розробили цілу низку стандартів щодо термінології, властивостей і метрології деяких наноматеріалів. Однак аналіз чинних стандартів засвідчив, що для усунення розходжень, які існують у національних системах стандартизації, для підвищення якості нормативних документів потрібна координація дій зацікавлених країн. У зв'язку з цим у 2005 році в Міжнародній організації стандартизації (ISO) було створено технічний комітет ISO/TC 229 «Нанотехнології», який узяв на себе роль координатора.

Роботу ISO/TC 229 було розпочато з розроблення нормативних документів щодо термінології та класифікації наноматеріалів, оскільки, як відомо, саме загальна термінологія та класифікація як процес групування об'єктів дослідження або спостереження відповідно до їхніх загальних ознак є важливими для спілкування вчених-дослідників та виробників наноматеріалів.

До сьогодні розроблено й опубліковано значну кількість стандартів з термінології. Розроблювальні стандарти мають різні рівні дії – корпоративні, галузеві, національні, регіональні, міжнародні. Грунтуючись на аналізі інформаційних матеріалів, приведемо перелік деяких уже існуючих нормативних документів зі стандартизації термінів у галузі нанотехнологій (таблиця 1).

Формування термінології в галузі нанотехнологій проходить в інтенсивному темпі, з використанням британського підходу, насамперед стосовно до потреб користувачького співтовариства. Британський підхід ґрунтується на гарантії того, щоб система термінології, як інструмент забезпечення загального розуміння, не була занадто жорсткою або гнучкою, не мала в той же час зайвого загального характеру. Ієрархія категорій, що при цьому формується, повинна дозволити класифікувати й тематично групувати використовувану термінологію.

Національні особливості стандартизації й досвід ряду провідних країн у цій галузі такі, що в них домінує трохи інше бачення даного питання, а саме підхід «один словник – один стандарт». У результаті видавані в них національні нанословники носять комплексний характер.

Таблиця 1

Стандарти з термінології у галузі нанотехнологій

Країна, організація	Позначення стандарту	Назва стандарту
Китай, SAC/TC 279	GB/T 19619-2004	Terminology for nanomaterials
	UK - PAS 71: 2005	Vocabulary – Nanoparticles
Велико-британія, BSI	PAS 71:2005	Vocabulary – Nanoparticles
	PAS 131:2007	Terminology for medical, health and personal care applications of nanotechnologies
	PAS 132:2007	Terminology for the bio-nanointerface
	PAS 133:2007	Terminology for nanoscale measurement and instrumentation
	PAS 134:2007	Terminology for carbon nanostructures

	PAS 135:2007	Terminology for nanofabrication
	PAS 136:2007	Terminology for nanostructured materials
США, ASTM	ASTM E2456-06	Standard terminology relating to Nanotechnology
ISO, TC 229	ISO/TC 27687:2008	Nanotechnologies - Terminology and definitions for nano-objects – Nanoparticle, nanofibre and nanoplate
	ISO/TS 80004-1:2010	Nanotechnologies – Vocabulary – Part 1: Core terms
	ISO/TC 80004-3:2010	Nanotechnologies – Vocabulary – Part 3: Carbon nano-objects

У Великобританії діє 7 тематичних словників з термінології в галузі нанотехнологій.

У США триває перегляд американського словника ASTM E2456-06 «Стандарт з термінології для нанотехнологій» (Standard terminology relating to Nanotechnology), що вміщує всього 13 дефініцій. Проект з його перегляду та значного розширення шляхом включення ряду нових термінів, частина з яких має визнання в фаховому середовищі, перебуває на голосуванні членів національного Технічного комітету E56.

У Китаї продовжує діяти розроблений Адміністрацією із стандартизації (Standardization Administration of China) національний словник GB/T 19619-2004 «Термінологія для наноматеріалів» (Terminology for nanomaterials).

У Росії Технічним комітетом 441 «Нанотехнології і наноматеріали» розроблено і обговорюється проект національного стандарту ГОСТ Р «Нанотехнології. Терміни і визначення», що містить 148 дефініцій і має наступну внутрішню структуру:

- сфера застосування;
- основні поняття;
- фізичні та хімічні явища і об'єкти;
- матеріали і вироби;
- основні технологічні процеси;
- методи і засоби дослідження та діагностики наноб'єктів.

Міждисциплінарний і міжгалузевий характер нанотехнологій може привести до певного непорозуміння серед користувачів щодо точного, ясного і, головне, достатньо однозначного змісту конкретних термінів. Їхня уніфікація на міжнародному рівні, враховуючи рівень науково-технічного прогресу й досягнутий консенсус в фаховому середовищі, - одне із пріоритетних завдань ISO/TC 229.

Першим міжнародним документом зі стандартизації термінології, що набув чинності у 2008 році є стандарт ISO/TS 27687:2008 [1]. Він вміщує терміни та визначення для основних наноб'єктів. У роботі [2] було наведено і обговорено терміни «наномасштаб», «наноб'єкт», «наночастинка», «нанопластинка», «нановолокно», «нанодріт», «нанотрубка», «нанострижень», «квантова точка» та їхні визначення.

У 2010 році ISO/TC 229 започаткував розроблення стандартів-словників нової серії ISO/TS 80004. Уже в кінці року вийшли перші стандарти цієї серії ISO/TS 80004-1:2010 «Нанотехнології. Словник. Частина 1. Загальні терміни» [3] та ISO/TS 80004-3:2010 «Нанотехнології. Словник. Частина 3. Вуглецеві наноб'єкти» [4].

Стандарт ISO/TS 80004-1 вміщує 14 визначень до термінів, 12 із яких стандартизуються на міжнародному рівні уперше. Ці терміни складають фундамент для наступних словників нової серії. Терміни з цього стандарту застосовуються вже давно і не викликають заперечень. Наведемо деякі з них у табл. 2.

Загальні терміни у сфері нанотехнологій і наноматеріалів [3]

Терміни	Визначення
Наномасштаб (nanoscale)	Інтервал розмірів від приблизно 1 нм до 100 нм
Нанонаука (nanoscience)	Галузь наукових досліджень, предметом яких є вивчення речовини з розмірами у наномасштабі, що на відміну від окремих атомів і молекул чи масивних матеріалів проявляє розмірно- й структурно-залежні властивості та явища
Нанотехнологія (nanotechnology)	Застосування наукового знання для впливу на речовину з розмірами у наномасштабі та її контролю, щоб, на відміну від окремих атомів і молекул чи масивних матеріалів, використовувати розмірно- й структурно-залежні властивості та явища
Нанооб'єкт (nano-object)	Матеріальне тіло з одним, двома або трьома зовнішніми розмірами відповідно до наномасштабу
Нановластивість (nanoscale property)	Характеристика нанооб'єкта або області з розмірністю у наномасштабі

Інша частина термінів, яка ввійшла до словника, стосується розмежування поняття «наноматеріал» (nanomaterial) та «наноструктурний матеріал» (nanostructured material), включаючи терміни, які створені на їхній основі. Термін «наноматеріал» розглядається як самий широкий термін, який включає як матеріал з будь-яким зовнішнім розміром у наномасштабі, так і матеріал, який має внутрішню і поверхневу структуру у наномасштабі (рис. 1).

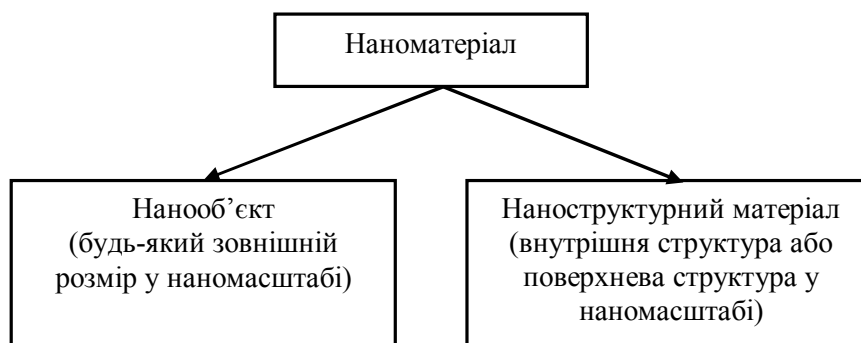


Рис. 1. Схема структури наноматеріалів

Наноструктурним матеріалам буде присвячено окремий словник (ISO/TS 80004-4), розроблення якого тільки розпочалося, і його проект має статус робочого.

Згаданий вище словник ISO/TS 27687:2008, який присвячений нанооб'єктам, буде переглядатись, доповнюватись і отримає нове логічне позначення ISO/TS 80004-2.

Наступним словником є ISO/TS 80004-3:2010. Він вміщує 28 визначень до термінів стосовно вуглецевих нанооб'єктів. Спроба уніфікувати на міжнародному рівні термінологію для таких об'єктів цілком закономірна, бо значна їхня частина має вуглецеву основу. Наведемо деякі з них:

- вуглецеве нановолокно (carbon nanofibre) (рис. 2, а);
- вуглецевий наноконус (carbon nanoscone) (рис. 2, б);
- вуглецевий нанострижень (carbon nanorod);
- вуглецевий фулерен (carbon fullerene) (рис. 2, в);
- вуглецева нанопластинка (carbon nanoplate);
- вуглецева нанотрубка (carbon nanotube) (рис. 2, г);
- вуглецевий нанооніон (carbon nano-onion) (рис. 2, д);
- вуглецева нанострічка (carbon nanoribbon) (рис. 2, е).

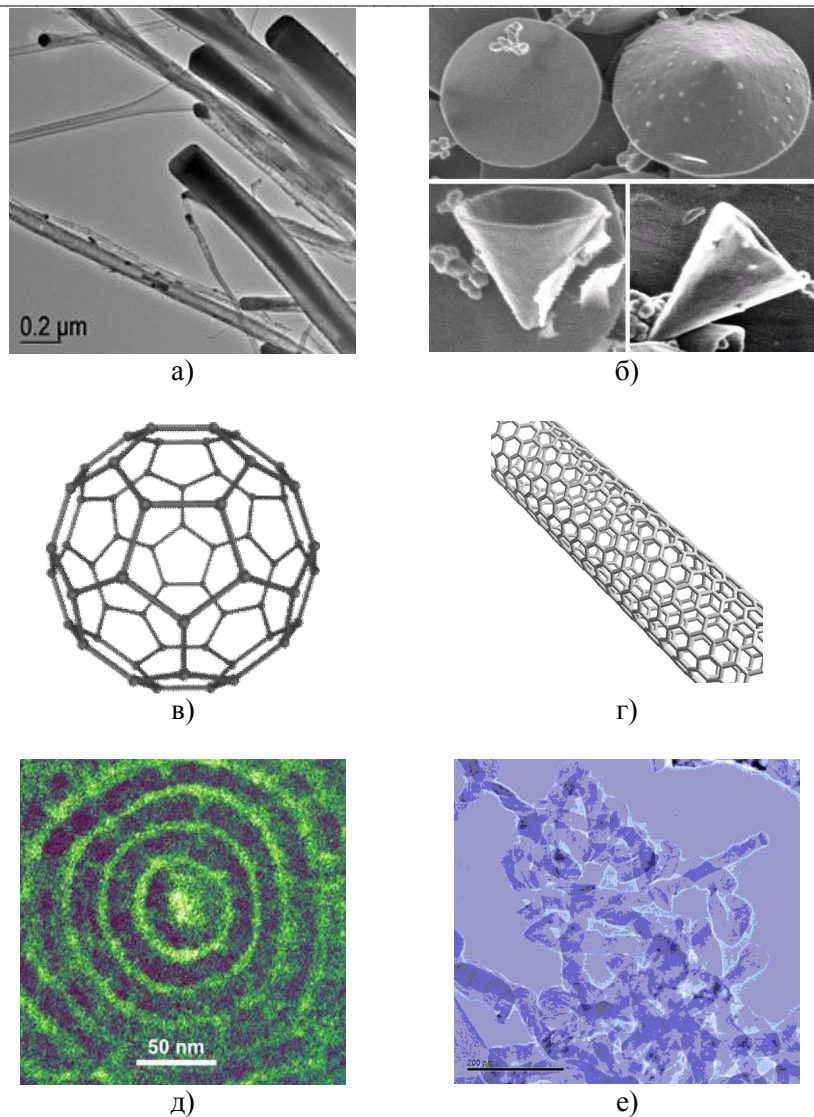


Рис. 2. Вуглецеві наноб'єкти: нановолокно (а), наноконус (б), фулерен (в), нанотрубка (г), нанооніон (д), нанострічка (е)

Стандарт PAS 134:2007 «Термінологія для вуглецевих наноструктур» вміщує 91 дефініцію, у той час як міжнародний словник вміщує тільки ключові терміни і має просту логічну структуру:

- сфера застосування;
- основні терміни, які описують вуглецеві наноб'єкти;
- терміни, які описують окремі типи вуглецевих наночастинок;
- терміни, які описують окремі типи вуглецевих нанотрубок та нанопластинок;
- додаток А «Матеріали, які пов'язані з вуглецевими матеріалами з розміром у наномасштабі».

Важливо, що словник збудований за раціональною ієрархічною системою використання термінології. Наприклад, поняття «вуглецева нанотрубка» (carbon nanotube) слідує за більш широким терміном «нанотрубка» (nanotube). Було визнано, що ієрархічний підхід у деяких випадках повинен корегуватись відповідно до специфічного використання окремих термінів, або обмеженого знання про характеристики матеріалів.

Останні словники нової серії мають також вузький тематичний характер. Вони будуть присвячені:

- нанобіоповерхням (ISO/TS 80004-5);
- вимірюванням у наномасштабі та апаратурі (ISO/TS 80004-6);
- діагностиці та охороні здоров'я (ISO/TS 80004-7);
- процесам нановиробництва (ISO/TS 80004-8).

Багато країн Європейського союзу та країн Азії переходять на національні версії нової серії стандартів ISO/TS 80004. В Україні питаннями стандартизації в галузі наноматеріалів та нанотехнологій займається робоча група «Нанотехнології» Технічного комітету «Порошкова металургія» (ТК 54), яка була створена у 2010 році. У робочому плані цієї групи на 2011 рік зазначено гармонізацію двох стандартів серії ISO/TS 80004. У 2009 році Кабінет Міністрів України затвердив державну науково-технічну програму «Нанотехнологій та наноматеріали». Програма передбачає створення Центру стандартизації нанопорошків та консолідованих наноматеріалів. До основних завдань, які буде вирішувати Центр, відносяться:

- стандартизація термінології та номенклатури в галузі наноматеріалів і нанотехнологій;
- стандартизація методів вимірювання і визначення параметрів нанооб'єктів;
- специфікація наноматеріалів;
- накопичення та аналіз інформації стосовно стандартів в галузі наноматеріалів та нанотехнологій, які чинні у розвинених країнах (США, Японії, країн Євросоюзу, Росії та інш.).

Висновок.

З розвитком виробництва та реалізацією нанопродукції значна увага буде приділятися розробленню єдиної, міжнародно визнаної термінології, методик оцінки споживчих властивостей, якості й безпеки такої продукції, постійно буде зростати актуальність проблеми стандартизації в галузі нанотехнологій і наноматеріалів. В Україні закладено організаційні основи для розвитку цього науково-технічного напрямку. З огляду на раціональний плановий підхід ISO/TC 229 «Нанотехнології» до створення нових стандартів, рекомендується для України впровадження міжнародних стандартів методом гармонізації.

1. ISO/TS 27687:2008 Nanotechnologies – Terminology and definitions for nano-objects – Nanoparticle, nanofibre and nanoplate. – Ed. 2008–08–15. – ISO, 2008. – 7 p.
2. Павлыго Т.М., Сердюк Г.Г., Шевченко В.И. Стандартизация в области нанотехнологий и наноматериалов // Наноструктурное материаловедение. – 2010. – № 3. – С. 70–80.
3. ISO/TS 80004-1:2010 Nanotechnologies – Vocabulary – Part 1: Core terms. – Ed. 2010–10–15. – ISO, 2010. – 4 p.
4. ISO/TS 80004-3:2010 Nanotechnologies – Vocabulary – Part 3: Carbon nano-objects. – Ed. 2010–05–01. – ISO, 2010. – 7 p.