

DOI 10.36074/logos-13.03.2026.063

ЗАСТОСУВАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ – СТРАТЕГІЧНИЙ НАПРЯМОК ІННОВАЦІЙ У БУДІВНИЦТВІ

Примаченко Віталій Федорович¹, Дорошенко Андрій Григорович²,
Павлов Федір Іванович³, Василенко Віталій Володимирович⁴

1.кандидат юридичних наук, доцент, старший офіцер відділу досліджень проблем будівництва та відновлення об'єктів військової інфраструктури

Центр досліджень, Державна спеціальна служба транспорту, УКРАЇНА

ORCID ID: 0000-0002-9907-0820

2.кандидат технічних наук, офіцер відділу досліджень проблем будівництва та відновлення об'єктів військової інфраструктури

Центр досліджень, Державна спеціальна служба транспорту, УКРАЇНА

ORCID ID: 0000-0002-3800-2488

3.кандидат технічних наук, офіцер відділу досліджень проблем будівництва та відновлення об'єктів військової інфраструктури

Центр досліджень, Державна спеціальна служба транспорту, УКРАЇНА

ORCID ID: 0000-0002-4442-9277

4.офіцер відділу досліджень проблем будівництва та відновлення об'єктів військової інфраструктури

Центр досліджень, Державна спеціальна служба транспорту, УКРАЇНА

ORCID ID: 0009-0009-7431-1702

У світі сучасних технологій слова «інновація» та «прогрес» стають практично синонімами для розкриття нових горизонтів у всіх сферах життєдіяльності. Таким чином, людина не просто використовує матеріали, створені природою, як це було у попередніх науково-технічних революціях, а й створює нові. Сучасні матеріали, особливо наноматеріали та нанотехнології, сьогодні стали основою для великого спектру інновацій в різних галузях економіки в тому числі і у будівельній сфері.

Що ж являють собою наноматеріали? «Нано» (nanos грецькою – карлик) означає одну мільярдну долю метра. Особливістю нанотехнологій є створення

матеріалів з новими фізико-хімічними та біологічними властивостями. Інтерес до матеріалів у нанометровому стані значно зріс через реальну можливість практичного використання їх унікальних фізичних, хімічних та механічних властивостей у різних галузях економіки [1].

Сфера можливих застосувань наноматеріалів та нанотехнологій в галузі будівництва та виробництві будівельних матеріалів дуже різноманітна. Наприклад, одним з актуальних напрямів в якому останнім часом інтенсивно проводяться дослідження та є перспективи впровадження їх у виробництво – це створення довговічного і високоміцного бетону з використанням композиційних нанопорошкових добавок, який згідно з розрахунками, без руйнування може функціонувати від 300 до 500 років. Для створення такого високоміцного бетону як пластифікатори застосовуються «наноініціатори», що представляють собою мікроскопічні порожнисті трубки з кількох атомарних шарів вуглецевих полімерів. Діаметр цих нанотрубок всього кілька мікрон, але їх міцність більша 100 ГПа. Коли «наноініціатори» взаємодіють з цементом, вони активізують ріст кристалів у мінеральній речовині, переплітаючись між собою. Їх голкуваті відгалуження надають матеріалу більшу міцність на молекулярному рівні, змінюючи його структуру (процес дисперсного самозармування) [2]. Також «наноініціатори» підвищують зчеплення бетону з металом, при цьому вони взаємодіють навіть з верхніми шарами металу, що зазнали корозії. Завдяки щільній, легкій, однорідній структурі, нанобетон не потребує гідроізоляції, а висока міцність матеріалу дозволяє зменшити витрати матеріалів до 30 %. Окрім підвищеної міцності (до 150 %), морозостійкості (до 50 %), стійкості до високих температур (матеріал зберігає свої характеристики при температурі до 800°C).

Іншим перспективним напрямом використання нанотехнологій в будівництві є виготовлення конструкційних композитів на полімерній, металевій або керамічній матриці (основі). Перевагою композитів є можливість формування нового матеріалу на базі природної або штучної сировини, який зберігає первинні властивості притаманні базовим (сировинним), при цьому ефекти, що досягаються, носять багатофункціональний характер [2].

На заміну бетону та сталі приходять нові композитні матеріали, а також змішані системи з використанням різних будівельних матеріалів. У XXI столітті висотність будівель продовжує зростати. На сьогодні проектується та будуються будівлі, які сягають висотної відмітки у 1000 метрів. Основою такого розвитку висотної забудови є науково-технічний прогрес, в тому числі управління якість матеріалів на нанорівні. Основними будівельними матеріалами, які виготовляються з використанням нанотехнологій є: цемент,



섹션 27.

ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

бетон, кераміка, ізоляційні матеріали, скло, фарби, арматура. Розглянемо більш детально деякі з них:

Наномодифікований бетон. Бетон – капілярно-пористий матеріал. У його пори потрапляє вода та інші агресивні речовини, що знижує його довговічність. Додавання нанокремнезему щільно заповнює пори між частинками цементу. Це робить його водонепроникним, стійкішим до хімічної корозії та значно підвищує його міцність та довговічність. Якщо звичайний бетон має міцність в 20 МПа, то нанобетон – 200 МПа [3].

Вуглецеві нанотрубки. Це «армування на молекулярному рівні». Вони мають неймовірну міцність на розтяг. Додавання навіть невеликої їх кількості запобігає появі мікротріщин.

Нанофарба. Рідкий керамічний тепло-ізолятор. Має структуру, яка працює як багат шарова фольга, що має в якості прошарків розріджене повітря. Таким чином 1 м² поверхні товщиною 1 мм, обробленої нанофарбою, відбиває інфрачервоне тепло так само ефективно як 50 м² фольги. Крім того, нанофарба (наприклад керамоізол) стійка до атмосферних опадів і перепадів температур, до впливу сонячного і радіаційного випромінювання, має низький коефіцієнт теплопровідності, антикорозійні та водонепроникні властивості, стійка до механічних ушкоджень та інше [4].

Самоочисні та захисні покриття. Наночастинки діоксиду титану на склі та фасадах руйнують бруд під дією ультрафіолету, а дощова вода легко змиває його.

Скло та фасади. Вбудовані нанoeлементи під дією сонячного проміння генерують електроенергію, перетворюючи вікна та стіни на джерела енергії.

Кремнієві сонячні панелі. Це органічні тонко-плівкові та пластикові сонячні елементи, в основі яких лежить використання наночастинок та полімерів (наприклад, нанокристалічні кремнієві чорнила). Перевагою органічних тонких плівок є їх гнучкість, що дозволяє подолати естетичні та функціональні проблеми [5].

Досвід запровадження нанотехнологій в будівництві показує перспективність їх подальшого удосконалення із підвищенням характеристик щодо економії енергії, зниженням залежності від ресурсів, зменшенням відходів та викидів, забезпеченням здорового середовища. Втілення складних інноваційних інженерних рішень вимагає використання наноматеріалів. Саме від них залежить перспектива розвитку будівельної галузі. Цілком можливо, що в майбутньому фундаменти будівель зможуть самі регулювати і компенсувати усадку ґрунту, несучі конструкції самостійно контролюватимуть стан напруженої деформації, а покриття дахів виконувати функції акумуляторів сонячної енергії.

Але слід зазначити і проблеми застосування нанотехнологій, а саме: висока собівартість продукції та неефективна застаріла виробнича база; недостатня обізнаність щодо потенційного впливу на оточуюче середовище та здоров'я людей при виробництві, транспортуванні, використанні та утилізації наноматеріалів [6].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

- [1] Наноматеріали і нанотехнології: навчальний посібник / М.О. Азаренков та ін. Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна. 2014. 316 с.
- [2] Згалат-Лозинська Л.О., Згалат-Лозинський О.Б. Активізація використання наноматеріалів та нанотехнологій як напрям інноваційної діяльності у будівництві. *Будівельне виробництво*. № 68. 2019. С. 30-38.
- [3] Pacheco-Torgal F., Jalali S. Nanotechnology: Advantages and drawbacks in the field of construction and building materials. *Construction and Building Materials*, 25. 2011. P. 582-590.
- [4] Rana A.K., Rana S.B., Kumari A., Kiran V. Significance of Nanotechnology in Construction Engineering. *International Journal of Recent Trends in Engineering*. 1(4). 2007. P. 46-48.
- [5] Walsh B. Environmentally Beneficial Nanotechnologies. *Food and Rural Affairs*. May 2007, available online: www.defra.gov.uk/environment/nanotech/policy/pdf/envbeneficial-report.pdf Accessed on May 2014.
- [6] Weisner M.R., Lowry G.V., Alvarez P., Dionysiou D., Bisnas P. Assessing the risk of manufactured nanomaterials. *Environmental Science and Technology*. 40 (14). 2006. P. 4336-4345.

