

УДК 07.05.11

## ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕНДЕНЦІЙ ВПРОВАДЖЕННЯ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ У БУДІВНИЦТВО

*к. т. н. Фостащенко О. М.*

*ДВНЗ «Запорізька державна інженерна академія», м. Запоріжжя*

**Постановка проблеми.** Нанотехнологія — ключове поняття початку ХХІ століття, символ нової, третьої, науково-технічної революції. З позицій сьогодення мета нанотехнологій — створення наносистем, наноматеріалів, нанопристроїв, здатних зробити революційну дію на розвиток цивілізації.

Розвиток нанотехнологій відкриває великі перспективи при розробці нових матеріалів, вдосконаленні зв'язку, розвитку біотехнології, мікроелектроніки, енергетики, охорони здоров'я і озброєння.

На очах фантастика стає реальністю - люди навчилися переміщати окремі атоми і складати з них, як з кубиків, пристрої і механізми незвичайно малих розмірів і тому невидимі звичайним оком. З'явилася ціла галузь науки - нанотехнологія, яка ввібрала у себе новітні досягнення фізики, хімії і біології. Учені - нанотехнологи працюють з нікчемно малими об'єктами, розміром в нанометри. Нанотехнологія - не просто кількісний, а якісний стрибок від роботи з речовиною до маніпуляції окремими атомами. Нанометр в стільки ж разів менше одного метра, в скільки товщина пальця менше діаметру Землі. Нанотехнології мають справу з процесами, які протікають в просторових областях нанометрових розмірів.

Нанотехнології можна назвати як технології, засновані на маніпуляції окремими атомами і молекулами для побудови структур із задалегідь заданими властивостями. Нанотехнології можуть привести світ до нової технологічної революції і повністю змінити не лише економіку, але і довкілля.

**Зв'язок з науковими і практичними завданнями і аналіз останніх досліджень і публікацій.** Основні тенденції розвитку нанотехнологій в області будівництва спрямовані на розробку нових продуктів з поліпшеними якісними та функціональними характеристиками, підвищення ефективності використання вже існуючих матеріалів [1].

Дослідження по вдосконаленню інструментального забезпечення нанотехнологій вишли на новий рівень [2].

Основні тенденції розвитку нанотехнологій в області будівництва спрямовані на розробку нових продуктів з поліпшеним якісними і функціональними характеристиками, підвищення ефективності використання вже існуючих матеріалів [3].

Результати досліджень, представлені в наукових публікаціях, дозволяють стверджувати, що введення наночасток і нанотрубок, в першу чергу, збільшує міцнісні показники в'язучих матеріалів, змінює морфологію кристалогідратів з формуванням контактних зон підвищеної щільності по поверхні твердої фази, при цьому підвищується міцність і тріщиностійкість виробів з модифікованого бетону, які визначають його довговічність [4].

Фундаментальні дослідження по проблемах нанотехнологій ведуться і в Україні. Затверджена концепція державної цільової науково-технічної програми «Нанотехнології і наноматеріали» на 2010 - 2014 рр., створений науково-навчальний центр «Наноелектроніка і нанотехнології», основна мета якого - створення в Україні наноіндустрії шляхом використання результатів прикладних досліджень, а також підготовка висококваліфікованих наукових і інженерних кадрів.

**Формулювання цілей.** Застосування нанотехнологій у будівництві є одним з перспективних напрямів в наукомісткому виробництві.

Використання нанотехнологічних матеріалів для підвищення функціональних властивостей будівельних матеріалів і виробів є новим перспективним напрямом в науці. У будівництві застосовується велика кількість інноваційних матеріалів. В той же час нанотехнології застосовуються у будівництві досить обмежено, оскільки, як відмічають фахівці, інноваційні ідеї у більшості своїй орієнтовані на поверхневі ефекти, а не на формування нових структур будівельних матеріалів. Проте, вивчення будівельної галузі дозволяє зробити висновок про поступове впровадження нанотехнологій у будівництво.

**Виклад основного матеріалу досліджень.** Сьогодні нанотехнології є одним з самих науково-технічних напрямів, що нестримно розвиваються. У їх розвиток за кордоном вкладаються значні фінансові кошти.

Безумовними лідерами у сфері нанотехнологій є США, Японія, Країни Євросоюзу. Активно розширюють дослідження і розробки в цьому напрямі Китай, Південна Корея, Росія, Індія, Бразилія.

Поява нанотехнологій на сучасній світовій арені різко змінила розмір, форму, якість, вартість і ефективність їх різних застосувань.

Інтерес до результатів фундаментальних і прикладних досліджень в області нанотехнологій і наноматеріалів з боку промисловості і бізнесу постійно збільшується.

Це обумовлено наступними причинами:

- можливістю розробки і впровадження нових матеріалів з якісно новими властивостями;
- розвитком нових економічно ефективних технологічних прийомів і методів, що зокрема базуються на принципах самоорганізації;
- впровадженням сучасних приладів і методів дослідження наноматеріалів і наноструктур.

Будівельний сектор має справу з величезною кількістю сировини, і різні інноваційні матеріали вже знаходять застосування в сучасному будівництві та починають вносити свою долю у формування архітектури майбутнього.

Вже отримані конструкційні композиційні матеріали з унікальними міцносними характеристиками, нові види арматурних сталей, унікальні наноплівки для покриття світлопрозорих конструкцій, покриття, що самоочищуються, паропроникливе скло.

Фантастично виглядають перспективи подальшого розвитку :

- фундаменти будівель з саморегулюючою системою компенсації усадок ґрунтів;
- несучі конструкції будівель, що здійснюють моніторинг власного напружено - деформованого стану;
- захищаючі конструкції та покрівлі, що акумулюють енергію сонця;
- покриття, що реагують на психофізичний стан людей;
- фотокаталітичні та інші функціональні покриття.
- Перспективні проекти:
  - нанотехнологічні матеріали;
  - біонаносистеми;
  - нанопристрої;
  - нановимірвальна техніка;
  - нанобробка матеріалів;
  - моделювання наносистем.

Попри те, що нові технології та матеріали вже впроваджуються у будівельну галузь, їх доля ще досить мала - менше 1% в загальному об'ємі матеріалів будівельного сектора України.

Будівельну галузь відрізняє дуже низький рівень інвестицій в науково-дослідні роботи. Вона, швидше, намагається використати розробки та винаходи, створені в інших галузях науки і промисловості, чим створювати їх усередині себе. Тому основними передумовами розвитку будівельного матеріалознавства є результати досліджень в суміжних областях.

Дослідження ведуться в області наноструктурної модифікації традиційних і нових будівельних матеріалів: сталі та інших металів, кераміки і скла, полімерів, цементів і бетонів, а також композитних матеріалів [4]. Модифікація матеріалів проводиться через управління самим виробничим процесом виготовлення або за допомогою використання різних наночасток, вуглецевих нанотрубок, нанопорошків і інших нанодобавок.

Дослідження також пов'язані з вивченням, описом і моделюванням наноструктур, застосуванням наночасток, вуглецевих нанотрубок з метою спрямованого управління властивостями в'язучих матеріалів, проблемами безпеки та впливу на довкілля [5].

Також в арсеналі дослідників: функціональні тонкі плівки і нанопокриття, що багаторазово підвищують якості матеріалів - оптичні і теплові властивості, довговічність, стиранність, опірність діям, що забезпечують та перешкоджають нанесенню написів на стінах і інші.

**Обговорення результатів.** Сьогодні найпрогресивніші досягнення - це синтез нових форм вуглецю: фулерен (C<sub>60</sub>) і вуглецеві нанотрубки. Зміни властивостей за рахунок застосування наномодифікаторів роблять можливим успішний розвиток поліпшеної каталітичної здатності, регульованої чутливості до певної довжини хвилі, розробку поліпшених пігментів і фарб з властивостями самоочищення та самовідновлення. Наночастки використовують для поліпшення механічних властивостей пластиків і гум, вони допомагають досягти підвищення міцності різальних інструментів і підвищення гнучкості керамічних матеріалів.

Нові наноматеріали на основі металів і оксидів кремнію та германію демонструють суперпластичність, витримуючи розтягування від 100 до 1000% до розриву. Наночастки діоксиду кремнію (нанокремнезем) можна використати як добавку для високоміцного бетону, що самоущільнюється, значно покращуючи його легкоукладуваність та міцність.

Найближчими роками можна чекати розвитку нових нанотехнологій і нанопродуктів, що відносяться до технології бетонів:

- каталіз для синтезу і прискорення гідратації звичайних цементів;
- добавки для супертонкого помелу та механохімічної активації цементів;
- в'язучі матеріали з наночастками, наностержнями, нанотрубками (включаючи одностінні нанотрубки), наноамортизаторами, наносистемами або нанопружинами;
- в'язучі матеріали з поліпшеними наномодельованими внутрішніми зв'язками між продуктами гідратації;
- в'язучі матеріали, модифіковані наночастками полімерів, їх емульсіями або полімерними наноплівками;
- композити на основі цементу, армовані новими волокнами з нанотрубками, а також волокнами з нанооболонками (для поліпшення зв'язків, корозійної стійкості, надання нових властивостей матеріалу, таких як електропровідності та інші);
- нове покоління суперпластифікаторів для «абсолютного контролю рухливості» та різкого зниження витрати води;
- матеріали на основі цементу з надзвичайно високою міцністю та твердістю;
- в'язучі матеріали з контрольованою мірою зволоження та контрольованим процесом утворення мікротріщин;
- матеріали, що здібні самовідновляться, і технології ремонту із застосуванням нанотрубок і хімічних добавок;
- матеріали з контрольованою електропровідністю, властивостями деформації, безусадочні матеріали та матеріали з низьким температурним розширенням;
- матеріали на основі цементу з модифікованою нано і мікроструктурою, що демонструють надзвичайно високу довговічність;
- екологічні в'язучі матеріали, модифіковані наночастками та зроблені при значному скороченні об'єму портландцементної компоненти (до 10-15%) або в'язучі матеріали на основі альтернативних систем (MgO, фосфати, геополімери, гіпс);
- високотехнологічні матеріали, такі як матеріали з сенсорикою і заданими реакціями на температурні дії, вологість, напругу.

Проведені дослідження показали, що рішення завдань в області нанотехнологій вимагає проведення фундаментальних досліджень і високотехнологічного устаткування, результати досліджень

нанотехнологій у будівельних матеріалах можуть стати основою впровадження в практику принципово нових матеріалів, що мають унікальні фізико-механічні властивості та експлуатаційні характеристики.

**Висновки.** Будівництво є тією галуззю, від стану якої залежить майбутнє країни. Перед будівельною галуззю стоїть серйозне завдання по зміцненню своїх позицій на вітчизняному ринку та виходу на зовнішні ринки. Як ніколи сьогодні потрібні новаторські ідеї по розвитку будівельної галузі, нові будівельні технології і матеріали майбутнього. Це, передусім, наноматеріали і нанотехнології.

Майбутнє будівельного матеріалознавства багато в чому пов'язане із застосуванням нанотехнологічних підходів - впровадження процесів формування структури сучасних будівельних матеріалів, що передбачають їх зборку, тобто дизайн матеріалу або виробу, який полягає в контрольованій і керованій дії на процес структуроутворення, починаючи з нанорозмірного рівня. Результатом такого підходу буде отримання нових по складу і таких, що якісно відрізняються по структурі і властивостям конструкційних, теплоізоляційних, обробних і інших матеріалів, що повною мірою відповідають сучасним тенденціям розвитку архітектурних форм, конструктивних рішень і технології зведення об'єктів промислового і цивільного призначення.

Потрібна розробка і впровадження нових наукових методик і використання унікального, як правило, дорогого устаткування для отримання нових наукових знань про властивості матеріалів, що отримуються на основі нанотехнологій. Проте без концентрації фінансових коштів і координації дослідницьких і прикладних розробок досягти прогресу в цій області навряд чи можливо.

Впровадження нанотехнологій в області будівництва стримується також неготовністю фахівців - будівельників сприймати новий рівень розвитку будівельних технологій і матеріалів. В даному випадку невід'ємною умовою успішного впровадження нанотехнологій у будівництві є модернізація процесу освіти в області будівництва.

## ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Ковтун Г. Л. Наноматеріали: технології і матеріалознавство: Обзор / Г. Л. Ковтун, А. Л. Веревкин. - Харьков: ННЦ ХФТИ, 2010. - 73 с.
2. Балабанов В. И. Нанотехнологии. Наука будущего / В. И.

Балабанов. - М. : Эксмо, 2009. — 256 с. : ил. — (Открытия, которые потрясли мир).

3. Влияние углеродных наночастиц на свойства прессованных цементно-песчаных бетонов / Беличенко Е.А., Толмачев С.Н., Мисько Т.М., Дука А.Г // Бетон и железобетон в Украине, - 2011, №6. - С. 2 - 8.
4. Инновационные технологии и материалы в строительной индустрии. Учебное пособие / Алексеева Л. Л. Ангарская государственная техническая академия. – Ангарск: АГТА, 2010, 104 с.
5. Фиговский О.Л., Бейлин Д.А., Понамарев А.Н. / Успехи применения нанотехнологий в строительных материалах // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. 2012. № 3. С. 6 - 18. URL: <http://www.nanobuild.ru>.