

НАНОТЕХНОЛОГІЧНІ БЕТОНИ. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

Дерев'янюк В. М., д.т.н., проф.

Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія
будівництва та архітектури», М. Дніпро

Мороз Л. В., к.т.н., доц.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро

Мороз В. Ю., аспірант

Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія
будівництва та архітектури», М. Дніпро

Серед основних складових науки про наноматеріали та нанотехнології можна виділити наступне:

- фундаментальні дослідження властивостей матеріалів на наномасштабному рівні;
- розвиток нанотехнологій, як для ціленаправленого створення наноматеріалів так і для пошуку та використання природних об'єктів з наноструктурними елементами, створення готових виробів з використанням наноматеріалів, а також інтеграція наноматеріалів та нанотехнологій в різноманітні сфери промисловості та науки;
- розвиток засобів та методів досліджень структури та властивостей наноматеріалів, а також методів контролю виробів та напівфабрикатів для нанотехнологій [1].

Основні тенденції розвитку нанотехнологій в області будівництва спрямовані на розробку нових продуктів з поліпшеними якісними та функціональними характеристиками, підвищення ефективності використання вже існуючих матеріалів [2].

Мета наномодифікування полягає у керуванні процесом формування структури матеріалу, а також кінетикою і механізмом хімічних взаємодій на ранніх стадіях процесу тужавлення та тверднення матриці в'язучого [3].

Основою подальших розробок та досліджень нанотехнологій у виробництві будівельних матеріалів є систематизація попередніх результатів досліджень щодо застосування наночастинок та нанотехнологій. Таким чином серед сучасних досягнень щодо покращення властивостей бетону можна виділити наступні експериментальні дослідження (на цемент і бетон припадає більш ніж 40% всієї нанотехнологічної продукції в будівельних матеріалах.).

Отримання теплоізоляційних пінобетонів на основі наноструктурованого перлітового в'язучого дозволяє підвищити показники міцності в 2-2,5 рази у порівнянні з ніздрюватими композитами на основі цементу. Можливо також отримати пінобетони з покращеними

теплофізичними характеристиками та меншою щільністю. Таке в'язуче рекомендоване для отримання різних видів будівельних матеріалів, як у якості модифікуючого компоненту, так і в якості самостійного в'язучого [4].

Застосування дисперсій багат шарових вуглецевих нанотрубок при виробництві силікатного газобетону автоклавного твердіння дозволяє підвищити міцність на стиск виробів більш ніж на 30%, забезпечити утворення рівномірної за розмірами порової структури [5]. Доведено позитивний вплив первинних наноматеріалів – золей – на підвищення стійкості піни пінобетонів, збільшення паропроникності та підвищення показників міцності – золь кремнієвої кислоти. Застосування золю гідрооксиду заліза як складової частини добавки до бетону різноманітного призначення дозволяє підвищити показники міцності, морозостійкості та знизити стиранність [6].

Додавання до складу дрібнозернистого бетону нанощунгіту у поєднання з добавкою пластифікатором дозволяє підвищити міцність бетону як на ранніх так і на пізніх термінах твердіння (в 1,7-2 рази), знизити капілярну пористість [7]. Позитивний вплив вуглецевих наночастинок на властивості дрібнозернистих пресованих бетонів доведено і у роботі [8]. Міцність бетонів зростає в 1,32 та 1,55 рази у порівнянні з контрольними складами в умовах нормального твердіння та тепло-вологісної обробки.

Використання нанотехнологій у виробництві цементів дозволяє отримати фотокаталітичне в'язуче для бетонів, що самоочищуються [9].

Компанією BASF розроблено велику кількість будівельних сумішей Nanocrete для швидкого ремонту бетону, відновлення форми, конструкційного ремонту при великій товщині шару, антикорозійного захисту арматури та підвищення адгезії до основи.

Бетон може бути розроблений на нанорівні шляхом додавання нанорозмірних блоків або об'єктів для керування структурою матеріалу та отримання нових властивостей, а також шляхом введення молекул у цементну матрицю. Нанорозмірні об'єкти забезпечують функціональність поверхні, що в свою чергу сприяє покращенню граничних взаємодій.

Є велика кількість робіт по визначенню впливу нанокварца, часток глини, нанозаліза і наноалюмінія, оксидів нанотитану на властивості різних матеріалів, з метою отримання гібридних, органічних, що цементують нанокомпозитів [10]. Також за останні роки зріс інтерес до моделювання структури C-S-H на атомарному рівні, взаємодії води і розчинів в різних цементних фазах, походженням цементування в цементних фазах і зовсім недавно, до контролю механічної міцності цементних систем шляхом створення пов'язаної схеми в C-S-H і молекулярної взаємодії з графітовим армуванням .

Ще нещодавно головною метою нанотехнологічних рішень в бетоні було отримання високоміцного бетону з терміном придатності 300-500 років, який можна використовувати для будівництва хмарочосів, мостів тощо. За для цього поряд з традиційними способами регулювання структури бетону

використовували модифікацію бетонів нанорозмірними частинками, за рахунок яких відбувається структурування мінеральної матриці в'язучого та механізму їх руйнування [11-14].

На відміну від цементно-пісочної суміші, котру можна використовувати без модифікації в якості кладочної суміші, штукатурки, стяжки та клею для плитки, систему на основі гіпсового в'язучого неодмінно потрібно модифікувати добавками [15-16].

Розширення сфери застосування гіпсових в'язучих речовин пов'язано з покращенням фізико-механічних характеристик, як в'язучого, так і матеріалів на його основі. Основу модифікації складають дослідження з визначення впливу на властивості в'язучих речовин різноманітних добавок, що змінюють протікання гідратації та формування структури, а також стан матриці в'язучого, котра в свою чергу визначає властивості матеріалу. Головною проблемою при цьому є визначення складу комплексних добавок та вивчення форми отриманої структури з найкращими фізико-механічними характеристиками [17]. Суттєве підвищення механічних характеристик гіпсового в'язучого можливе в результаті прояву синергетичного ефекту від сумісного використання пластифікуючих добавок та вуглецевих нанотрубок, внаслідок направленої їх впливу на структуру гіпсового в'язучого. Найбільша кінцева міцність обумовлюється виникненням кристалів новоутворень достатньої величини при мінімальних напругах, які супроводжують формування і розвиток кристалізаційної структури. Підвищення показників міцності гіпсу можливо за рахунок зниження або повного усунення внутрішніх напружень, які виникають в процесі твердіння гіпсу. Зняття внутрішніх напружень можливо досягти шляхом контрольованого росту кристалів в заданому напрямку. Дослідження цього питання створить передумови для широкого впровадження в практику будівництва гіпсових в'язучих, що в свою чергу сприятиме економії енергоресурсів, підвищення економічної ефективності в'язучих, створення енергозберігаючих технологій їх отримання.

[1]. Наноматериалы. Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения / Б. М. Балоян, А.Г. Колмаков, М.И. Алымов, А.М. Кротов // Учебное пособие: Москва. – 2007. – 125с.

[2]. Фостащенко О. М. Дослідження сучасних тенденцій впровадження високотехнологічних матеріалів у будівництво / О. М. Фостащенко // Строительство, материаловедение, машиностроение. Сб. научн. трудов. Вып. №78. – Дн-вск.: ГВУЗ ПГАСА, 2014. – 340с. – с. 287-293

[3]. Дослідження наномодифікованих портландцементних композицій з високою міцністю в ранньому віці / У. Д. Марушак, М. А. Саницький, Т. А. Мазурак, Ю.В. Олевич // Восточно-европейский журнал передовых технологий, 2016. - №6 (84).

[4]. Наноструктурированное перлитовое вяжущее и пенобетон на его основе / Е. В. Мирошников, В. В. Строкова, А. В. Череватова, Н. В. Павленко // Строительные материалы, 2010. - №9. – С. 105-106

- [5]. Применение дисперсий многослойных углеродных нанотрубок при производстве силикатного газобетона автоклавного твердения / Г. И. Яковлев и др. // Строительные материалы, 2013. - №2. – С.25-29
- [6]. Королев Е. В., Гришина А. Н. Синтез и исследование наноразмерной добавки для повышения устойчивости пен на синтетических пенообразователях для пенобетонов / Е. В. Королев, А. Н. Гришина // Строительные материалы, 2013. - №2. – С. 30-33
- [7]. Лукутцова Н. П. Наномодифицирующие добавки в бетон / Н. П. Лукутцова // Строительные материалы, 2010. – С. 101-104.
- [8]. Толмачев С. Н., Беличенко Е. А., Мисько Т. М. Исследование механизма структурообразования пресованных цементно-песчаных бетонов с углеродными наночастицами / С. Н. Толмачев, Е. А. Беличенко, Т. М. Мисько // Строительные материалы, 2011. - №9. – С. 61-63
- [9]. Фаликман В. Р. Наноматериалы и нанотехнологии в производстве строительных материалов / В. Р. Фаликман // Строительные материалы, 2013. - №9. – с.77-81.
- [10]. Соболев К, Санчез Ф. Нанотехнології в виробництві бетонів. Обзор. / К. Соболев, Ф. Санчез // Вісник ТГАСУ. - №3. – 2013. – с. 262-289
- [11]. Езерський В. А., Монастирьов П. В., Кузнцова Н. В., Стрехов І. І. Перспективи застосування наномодифікованого бетону / В. А. Езерський, П. В. Монастирьов, Н. В. Кузнцова, І. І. Стрехов // Будівельні матеріали. - №9. – 2011. – с.70-71.
- [12]. Явруян Х. С., Філонов І. А., Фесенко Д. А. До питання застосування нанотехнологій в виробництві будівельних матеріалів / Х. С. Явруян, І. А. Філонов, Д. А. Фесенко // Інженерний вісник Дону. - №3. – 2012. – с. 801-804.
- [13]. Фалікман В. Р., Баженов Ю. М., Булгаков Б. І. Наноматеріали та нанотехнології в сучасній технології бетонів / В. Р. Фалікман, Ю. М. Баженов, Б. І. Булгаков // Вісник МГСУ. - №12. – 2012. – с. 125-133.
- [14]. Артамонова О. В., Чернишов Е.М. Концепції та основи технологій наномодифікування структур будівельних матеріалів / О. В. Артамонова, Е. М. Чернишов // Будівельні матеріали №9. – 2013. – с. 82-90
- [15]. Рунова, Р. Ф. В'язучі речовини / Р. Ф. Рунова, Л.Й. Дворкін, О.Л. Дворкін, Ю.Л. Носовський // Підручник. – К.: Основа, - 2012. – 448с.
- [16]. Модифіковане гіпсове в'язуче / В. Ю. Мороз, Н. В. Кондратьєва, Л. В. Мороз, А. І. Бегун // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. №2. – Дніпро. – 2017. – С. 93-100.
- [17]. Мороз В. Ю., Дерев'янюк В. Н., Мороз Л. В. Технології та використання наносистем у виробництві будівельних матеріалів / В. Ю. Мороз, В. Н. Дерев'янюк, Л. В. Мороз // Збірник наукових праць «Ресурсоєкономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Випуск 38. – 2020. – С.140-147.

NEW NANOTECHNOLOGICAL CONCRETE. ANALYTICAL OVERVIEW

The article provides an analytical review of literature on current nanotechnology research in concrete. The main trends of nanotechnology development in the field of construction are formulated in the article. The material separates the basic components of the science of nanomaterials and nanotechnology. In the article the main task of nanomodification of concrete is formulated.