

ПОКРАЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАНОМОДИФІКОВАНИХ БЕТОНІВ

Роман СІВАК

*Науковий керівник: Михайло ЛЕМЕШЕВ, к.т.н., доцент
Вінницький національний технічний університет*

Ніздрюватий бетон все частіше визнається перспективним будівельним матеріалом завдяки своїй легкості та теплоізоляційним властивостям. Однак, щоб відповідати високим сучасним вимогам, необхідне подальше вдосконалення його. У цій роботі досліджується застосування наномодифікації оксиду графену (GO) для підвищення механічної міцності, довговічності та спеціальних характеристик пінобетону.

Оксид графену, похідна графену, має чудові механічні, електричні та бар'єрні властивості. Двовимірна структура нанолістів оксиду графену забезпечує високу сумісність із цементними матрицями [1-4].

Включення оксиду графену покращує механічні властивості пінобетону, включаючи міцність на стиск та міцність на вигин [5].

Нанопласти з оксиду графену (GO) мають виняткові властивості непроникності завдяки своїй двовимірній структурі та високому співвідношенню сторін. При включенні в матрицю пінобетону нанопласти GO створюють щільну мережу, яка діє як бар'єр проти проникнення вологи, хімічних речовин та інших факторів навколишнього середовища. Цей непроникний бар'єр запобігає дифузії шкідливих речовин у бетон, зменшуючи такі механізми деградації, як корозія арматури та лужно-кремнеземна реакція [6-7]. У результаті дорожні конструкції, побудовані з пінобетону, модифікованого оксидом графену, демонструють підвищену довговічність, менший знос і подовжений термін служби порівняно зі звичайними матеріалами [8-10].

Ефективність наномодифікації оксиду графену для покращення властивостей пінобетону значною мірою залежить від досягнення рівномірного розподілу нанолістів GO по всій бетонній матриці. Нерівномірний розподіл або агрегація нанолістів може призвести до локального зміцнення та погіршення механічних характеристик [11-12]. Тому ретельні процедури змішування та оптимізація методів дисперсії є важливими для забезпечення однорідного розподілу нанолістів оксиду графену. Такі методи, як ультразвукова обробка, механічне перемішування та правильний вибір диспергуючих агентів, допомагають досягти рівномірної дисперсії та максимізувати зміцнювальний ефект оксиду графену всередині пінобетонної матриці [13-14].

Функціонізація поверхні передбачає модифікацію властивостей поверхні нанолістів оксиду графену для підвищення їх сумісності з цементними фазами, присутніми в пінобетоні. Хімічні обробки, такі як окислення, відновлення та модифікація функціональних груп, створюють реактивні центри на поверхні нанолістів оксиду графену, сприяючи сильнішій взаємодії з частинками цементу. Це сприяє покращенню дисперсії та міжфазного зв'язку між нанодобавкою та цементною матрицею, що призводить до покращених механічних властивостей та довговічності пінобетону [15-16]. Поверхнево-модифікований оксид графену демонструє підвищену спорідненість до цементних матеріалів, що призводить до кращої когезії, адгезії та загальних характеристик наномодифікованого пінобетону.

Наномодифікація оксиду графену покращує тепло- та електропровідність пінобетону, пропонуючи застосування в розумній інфраструктурі та системах моніторингу доріг [16].

Покращена теплопровідність сприяє ефективному розсіюванню тепла, а покращена електропровідність дозволяє інтегрувати датчики для моніторингу дорожніх умов у реальному часі [17].

Наномодифікація оксиду графену узгоджується з цілями сталого розвитку, пропонуючи потенційне зниження споживання матеріалів, споживання енергії та впливу на навколишнє середовище. Незважаючи на початкові інвестиційні витрати, довгострокові переваги наномодернізації цементного тіста оксидом графену виправдовують її застосування в пінобетоні для будівництва конструкцій спеціального призначення [18-19].

Висновок. Наномодифікація за допомогою оксиду графену має значні перспективи для покращення спеціальних властивостей пінобетону. Використовуючи унікальні характеристики нанолістів оксиду графену, включаючи механічне зміцнення, підвищення довговічності та покращення провідності, пінобетон може відповідати суворим вимогам сучасної. Постійні дослідження та розробки нанотехнологій оксиду графену є важливими для розкриття повного потенціалу наномодифікованого пінобетону як стійкого та пружного матеріалу для виготовлення вогнестійких будівельних виробів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Sokolovskaya, O. "Scientific foundations of modern engineering/Sokolovskaya O., Ovsiannikova L., etc.– International Science Group." Boston: Primedia eLaunch 528 (2020).
2. Beresjuk, O., et al. Theoretical and scientific foundations in research in Engineering. Vol. 1. International Science Group, 2022
3. Sivak, K., Use of industrial waste for increased experimental properties in construction. Львів: Національний університет "Львівська політехніка", 2023.
4. Березюк, О. В., et al. "Перспективи використання техногенної сировини при виробництві композиційних в'язучих." Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. № 2: 36-45. (2022).
5. Сівак, Р. В. Спеціальні покриття для захисту від високих температур. Diss. Національний університет цивільного захисту України, 2024.
6. Korniylo, I., O. Gnyp, and M. Lemeshev. "Scientific foundations in research in Engineering." (2022).
7. Березюк О.В. Визначення параметрів машин для поводження з твердими відходами : монографія /О.В. Березюк, М.С. Лемешев // Omni Scriptum Publishing Group, 2020. – 61 с
8. Лемешев М. С. Особливості використання промислових техногенних відходів в галузі будівельних матеріалів / М. С. Лемешев, К. К. Сівак, М. Ю. Стаднійчук // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2020. – № 2.
9. Лемішко, К. К. Особливості використання техногенних відходів в промисловості будівельних матеріалів. Академія технічних наук України, 2019.
10. Христич, О. В., & Лемішко, К. К. (2019). Екологічно ефективні будівельні матеріали для тепло модернізації будівель. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві, 27(2), 52-61.
11. Stadniychuk, M. Composite materials based on man-made waste. ВНТУ, 2021.
12. Лемішко, К. К. Жаростійке в'язуче з використанням відходів промисловості. Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України, 2019.
13. Sivak, R. Features of processing of technogenic industrial waste in the construction industry. ВНТУ, 2021.
14. Lemeshev, M., "Perspective uses of industrial waste in the production of building materials." Scientific foundations of modern engineering. 9.2: 205– 210. (2019).
15. Христич, О. В., Черпаха, Д. В. (2019). Радіозахисний металонасичений бетон поліфункціонального призначення. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. № 2: 37-45.
16. Lemeshev, M., et al. "Complex binder based on industrial man-made waste." Technical and agricultural sciences in modern realities: problems, prospects and solutions: 51–59. (2023).
17. Стаднійчук, М. С. Industrial waste recycling. ВНТУ, 2021.
18. Березюк, О. В., М. С. Лемешев, and В. П. Ковальський. "Будівельні вироби з механо-активованих промислових, побутових відходів." (2023).
19. Stadniychuk, M., Composite conducted concrete for special purposes. Національний університет "Львівська політехніка", 2023.