

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРИЙОМИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ БЕТОНІВ

Стаднійчук М.Ю., аспірант,
Вінницький національний технічний університет

Розвиток транспортної інфраструктури передбачає будівництво сучасних цементобетонних автомобільних покриттів з високими експлуатаційними характеристиками. Значний приріст інтенсивності руху в останні роки вказує на необхідність застосування у дорожніх покриттях матеріалу із підвищеними механічними характеристиками – високоміцного бетону. Його використання надає низку переваг - зниження витрати компонентів, підвищення ранньої міцності, щільності та зносостійкості [1-4].

При вирішенні проблеми покращення довговічності цементобетону необхідно враховувати взаємозв'язок властивостей вихідних матеріалів, складу бетонної суміші, структури і властивостей бетону, технологічних факторів, експлуатаційних і природньо-кліматичних впливів [5-7].

На думку багатьох дослідників [8-11], основними факторами, що викликають руйнування дорожніх бетонів є: вилугування і вимивання поверхневого шару бетону, дія розчинів солей, температурні градієнти і циклічні механічні навантаження на поверхню бетону. Як правило, ці фактори впливають на бетон в комплексі. Одним із існуючих способів покращення властивостей бетонів для покриття автомобільних доріг є їх модифікація хімічними добавками.

З проведеного аналізу наукових досліджень встановлено [12-15], що процес руйнування цементобетону під дією зовнішніх чинників відбувається шляхом утворення та поширення в його структурі тріщин. Тому одним із найважливіших способів забезпечення довговічності цементних бетонів транспортного призначення є підвищення їх тріщиностійкості. Можливим напрямком вирішення даної проблеми є дисперсне армування бетону фіброю: сталевую, поліпропіленовую, скловолоконною та базальтовою [16-17].

Важливе значення для стримування процесів розвитку та злиття мікротріщин має структура матриці в'язучого, зокрема наявність у ній неоднорідностей, таких як пори гелю, мікрокапіляри, поверхні поділу фаз [18-20]. Для підвищення в'язкості руйнування ефективним є модифікування бетонів активними мінеральними добавками, що дає змогу змінити морфологію гідратних фаз та забезпечити мікроармування контактних зон.

Сучасні дослідження в сфері бетонознавства, передбачають три основні шляхи захисту від дії агресивного впливу [21-24]. А саме використання додаткових цементуючих матеріалів, виготовлення високоякісного непроникного бетону з низьким В/Ц співвідношенням та створення хімічно стійкого бар'єру на поверхні споруди. З погляду економічної доцільності та відповідності стратегії сталого розвитку, найвигіднішим є використання активних мінеральних добавок, зокрема пуцоланічної природи [25-30].

Досягнення високих показників міцності цементобетону нерозривно пов'язано із зниженням водоцементного відношення. Бетони на основі сумішей із В/Ц нижче 0,4 зазвичай

демонструють вищу міцність на стиск та розтяг при згині, високий модуль пружності, більшу стійкість до стирання та меншу проникність, що, як правило, забезпечує високі фізико-механічні властивості та довговічність [31-32].

Однак, коли бетон виробляється при низькому В/Ц, він не містить достатньої кількості води для повної гідратації компонентів цементу, що може призвести до самообезводнення та усадки. Оскільки роботи з влаштування транспортних споруд часто виконуються при різких перепадах температури і вологості навколишнього середовища, якість бетонних конструкцій може значно знижуватися внаслідок мікротріщиноутворення на початковій стадії твердіння бетону, яке викликається спільним впливом усадкових і температурних напружень [33-34].

Традиційними методами зниження усадки є зовнішній догляд за бетоном – покриття вологоутримуючими та плівкоутворюючими речовинами, туманні завіси, та ін. Проте такі заходи не дають змоги контролювати контракційну усадку в процесі самообезводнення бетону, при дефіциті води замішування за низьких значень водоцементного відношення ($V/C < 0,4$), яка спричиняє активніше тріщиноутворення бетону, і, як наслідок, зниження його міцності та довговічності [34].

Крім того, більшість сумішей з низьким В/Ц містять додаткові цементуючі матеріали, наприклад, золу виносення теплових електростанцій, мелений гранульований доменний шлак, природні пуцолани, які потребують тривалого догляду для повної їх реакції в цементній системі. Завдяки своїй значній питомій поверхні та високій реакційній здатності, можуть посилити самообезводнення та хімічну усадку, пов'язану з гідратацією в сумішах з низьким В/Ц.

В 90-х роках висунута і в останні роки розвинена концепція «внутрішнього догляду» за бетоном. На думку авторів [35], його ефективність залежить від проникності бетону та ступеня гідратації в'язучого, тому пористі компоненти доцільно вводити до складу при $V/C \leq 0,4$. Для дорожніх бетонів імплементація внутрішнього догляду зумовлена великою відкритою площею поверхні та застосуванням плівкоутворювачів, що обмежує можливості традиційного догляду. Додаткова вода також сприятиме максимізації гідратації цементу і пуцоланів у бетоні, потенційно сприяючи підвищенню міцності і зниженню проникності.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Glovyn, N., et al. Technical, agricultural and physical sciences as the main sciences of human development. International Science Group, 2024.
2. Hladyshev, D., et al. Technical and agricultural sciences in modern realities: problems, prospects and solutions. International Science Group, 2023.
3. Березюк О. В. Регресія кількості сміттєспалювальних заводів / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Сборник научных трудов SWorld. – Иваново : МАРКОВА АД, 2015. – Выпуск 1 (38). Том 2. Технические науки. – С. 63-66.
4. Stadniychuk, M. Modified multi-component fast-hardening construction composites. Національний університет "Львівська політехніка", 2021.
5. Hladyshev, D., et al. Prospective directions of scientific research in engineering and agriculture. International Science Group, 2023.
6. Березюк, О. В., et al. (2024). Динаміка поширеності повторного використання будівельних відходів в країнах ЄС. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві, 36(1), 34-40.
7. Лемешев М.С. В'язучі з використанням промислових відходів Вінниччини / М.С. Лемешев // Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції "Інформаційні технології : наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я", Харків, 18-20 травня 2016 р. – Харків : НТУ "ХПІ". – С. 381

8. Bereziuk, O. (2023). Prevalence of ash processing in the manufacture of building materials. *Modern Technology, Materials and Design in Construction*, 35(2), 56-61
9. Березюк, О. В., М. С. Лемешев, and В. П. Ковальський. "Будівельні вироби з механо-активованих промислових, побутових відходів." (2023).
10. Лемешев, М. С., et al. "Перспективи використання техногенної сировини при виробництві композиційних в'язучих." *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. № 2: 36-45. (2022).
11. Сівак, Р. В. Підвищення довговічності автомобільних доріг нежорсткого типу. ВНТУ, 2023.
12. Lemeshev, M., et al. *Applied, technical and agricultural sciences: introduction of the latest technologies into use*. International Science Group, 2024.
13. Березюк, О. В. "Визначення параметрів машин для поводження з твердими відходами: монографія." *Omni Scriptum* (2020).
14. Korniylo, I., O. Gnyp, and M. Lemeshev. "Scientific foundations in research in Engineering." (2022).
15. Христич, О. В., Черпаха, Д. В. (2019). Радіозахисний металонасичений бетон поліфункціонального призначення. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. № 2: 37-45.
16. Лемешев, М. С., Сівак, К. К., Стаднійчук, М. Ю. (2021). Сучасні підходи комплексної переробки промислових техногенних відходів. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*, 31(2), 37-44.
17. Лемішко, К. К. Жаростійке в'язуче з використанням відходів промисловості. Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України, 2019.
18. Лемішко, К. К., М. Ю. Стаднійчук, and М. С. Лемешев. "Використання промислових відходів енергетичної та хімічної галузі в технології виготовлення будівельних виробів." (2019).
19. Khrystych, O. "Technological parameters of the radiationresistant concrete production." *Scientific Works of Vinnytsia National Technical University 1* (2020).
20. Bereziuk, O., et al. "Вплив параметрів підприємств теплоенергетики на частку в продуктованих золошлакових відходах AL_2O_3 як добавки при виробництві будматеріалів." *Bulletin of Lviv National Environmental University. Series Architecture and Construction* 24 (2023): 74-78.
21. Stadniychuk, M. Obtaining active mineral additives from industrial waste. Національний університет "Львівська політехніка", 2023.
22. Lemeshev, M., et al. "Composite radiation-shielding concrete for special purposes." *The development of technical, agricultural and applied sciences as the main factor in improving life*. 2.2: 52–61. (2024).
23. Березюк, О. В., et al. (2023). Поширеність переробки золи при виготовленні будівельних матеріалів. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*, 35(2), 56-61
24. Лемешев, М. С. "В'язуче на основі промислових відходів." *Научные исследования и их практическое применение: материалы международной научно-практической Интернет-конференции, 10-17 октября 2017 г.* Сборник научных трудов SWorld, 2017.
25. 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).
26. Березюк, О. В. Фосфогіпсозолоцементні та металофосфатні в'язучі з використанням відходів виробництва. Київський національний університет будівництва і архітектури, 2011
27. Stadniychuk, M., *Composite conducted concrete for special purposes*. Національний університет "Львівська політехніка", 2023.
28. Сердюк, В. Р. "Формування структури анодних заземлювачів з бетелу-м для систем катодного захисту." *Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка*. Вип. 35: 99-104. (2010).
29. Лемешев М. С. Ніздрюваті бетони з використанням промислових відходів / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // *Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте '2017: материалы международной научно-практической Интернет-конференции*. – Москва : SWorld, 2017. – 7 с.
30. 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.
31. Сівак, К. К. Модифіковані композиційні швидкотвердіючі бетони для будівництва сучасних автомагістралей. ВНТУ, 2021.
32. Sivak, K. Use of industrial waste for increased experimental properties in construction. Львів: Національний університет "Львівська політехніка", 2023.
33. Lemeshev, M., et al. "Use of industrial waste in the construction industry." *Prospective directions of scientific research in engineering and agriculture*: 19–25. (2023)
34. Стаднійчук, М. Ефективність використання цементобетону для будівництва автомобільних доріг. ВНТУ, 2024.
35. Лемешев, М. С. Особливості використання промислових відходів Вінниччини. Академія технічних наук України, 2019.