ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ВИСОКОМІЦНИХ БЕТОНІВ

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

При вирішені проблеми покращення довговічності цементобетонну необхідно враховувати взаємозв'язок властивостей вихідних матеріалів, складу бетонної суміші, структури і властивостей бетону, технологічних факторів, експлуатаційних і природньо-кліматичних впливів [1-7].

На думку багатьох дослідників [8-11], основними факторами, що викликають руйнування дорожніх бетонів є: вилуговування і вимивання поверхневого шару бетону, дія розчинів солей, температурні градієнти і циклічні механічні навантаження на поверхню бетону. Як правило, ці фактории впливають на бетон в комплексі. Одним із існуючих способів покращення властивостей бетонів для покриття автомобільнмх 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: сталевою, поліпропіленовою, скловолоконною та базальтовою [16-17].

Важливе значення для стримування процесів розвитку та злиття мікротріщин має структура матриці в'яжучого, 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 (В/Ц<0,4), яка спричиняє активнее 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 винесення 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 [35].

В 90-х роках висунута і в останні роки розвинена концепція «внутрішнього догляду» за бетоном. На думку авторів [36-37], його ефективність залежить від проникності бетону та ступеня гідратації в’яжучого, тому пористі компоненти доцільно вводити до складу при В/Ц ≤ 0,4. Для дорожніх бетонів імплементація внутрішнього догляду зумовлена великою відкритою площею поверхні та застосуванням плівкоутворювачів, що обмежує можливості традиційного догляду [38]. 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. Сівак, Р. В. Використання нових конструктивних рішень для влаштування дорожнього одягу. ВНТУ, 2021.
4. Христич, О. В., & Лемішко, К. К. (2019). Екологічно ефективні будівельні матеріали для тепломодернізації будівель. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві, 27(2), 52-61.
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. Lemeshev, M., O. Khrystych, and D. Cherepakha. "Perspective direction of recycling of industrial waste in the technology of production of building materials." (2020).
8. Стаднійчук, М. Ефективність використання цементобетону для будівництва автомобільних доріг. ВНТУ, 2024.
9. Березюк, О. В., et al. "Перспективи використання техногенної сировини при виробництві композиційних в'яжучих." Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві.№ 2: 36-45. (2022).
10. Сівак, К. К. *Вогнестійкі газобетони: інновації та перспективи*. Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2024.
11. Lemeshev, M., et al. Applied, technical and agricultural sciences: introduction of the latest technologies into use. International Science Group, 2024.

12. Березюк, О. В. "Визначення параметрів машин для поводження з твердими відходами: монографія." Omni Scriptum (2020).
13. Сівак, Р. В. Спеціальні покриття для захисту від високих температур. Diss. Національний університет цивільного захисту України, 2024.
14. Kornylo, I., O. Gnyp, and M. Lemeshev. "Scientific foundations in research in Engineering." (2022).
15. Христич, О. В., Черепаха, Д. В. (2019). Радіозахисний металонасичений бетон поліфункціонального призначеня. 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. Стаднійчук, М. Ю. Підвищення якості та довговічності автомобільних доріг нежорсткого типу. ВНТУ, 2022.
18. Лемешев, М. С., М. Ю. Стаднийчук "Жаростойкое вяжущее на основе промышленных отходов." Актуальные проблемы пожарной безопасности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: 168-171. (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 продукованих 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. Lemeshev M. S. Binding materials, using the industrial waste of Vinnytsia Region / M. S. Lemeshev // Abstracts of the reports atXXIV International scientific-practical conference "Information technologies: science, engineering, education health", Kharkiv, May 18-20, 2016. –Kharkiv Polytechnic Institute, 2016. –P. III. –P. 381. (Ukr)
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. Stadniychuk, M., Composite conducted concrete for special purposes. Національний університет" Львівська політехніка", 2023.
27. Лемешев, М. С. "Дрібнозернистий бетон з модифікованим заповнювачем техногенного походження." Materiały XI Międzynarodowej naukowi-praktycznej konferencji «Naukowa przestrzeń Europy–2015». Sp. z oo «Nauka i studia», 2015.
28. Stadnijtschuk, M. Composite materials using metal sludge. Харківський національний університет міського господарства імені ОМ Бекетова, 2020.
29. Лемешев, М. С. "Комплексна переробка техногенних відходів хімічної промисловості та металообробних виробництв." Materiály XI Mezinárodní vědecko-praktická konference «Aktuální vymoženosti vědy–2015». Publishing House «Education and Science» sro, 2015., 2015.
30. Лемішко, К. К. Жаростійке в'яжуче з використанням відходів промисловості. Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України, 2019.
31. 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.
32. Lemeshev, M., O. Bereziuk, and K. Sivak. "Features of the use of industrial waste in the field of building materials." Scientific foundations in research in Engineering. 1.2: 25–32. (2022).
33. Sivak, K. Use of industrial waste for increased experimental properties in construction. Львів: Національний університет" Львівська політехніка", 2023.
34. Lemeshev, M., et al. "Use of industrial waste in the construction industry." Prospective directions of scientific research in engineering and agriculture: 19–25. (2023)
35. Березюк, О. В., М. С. Лемешев, and В. П. Ковальський. "Будівельні вироби з механо-активованих промислових, побутових відходів." (2023).
36. Лемешев М. С. Будівельні вироби з використанням промислових відходів Вінниччини / М. С. Лемешев // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2017. – № 41. – С. 123 – 127
37. Лемешев, М. С. Особливості використання промислових відходів Вінниччини. Академія технічних наук України, 2019.
38. Сівак, К. К. Високоміцні бетони для будівництва «Безпечної кімнати». Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2023.