УДК 691.32:691.175:678.742

В. О. Галяновська
П. О. Зоря
В. П. Ковальський

МОДИФІКАЦІЯ БЕТОНІВ ПОЛІМЕРНИМИ ФІБРАМИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ УДАРНОЇ В'ЯЗКОСТІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто особливості модифікації бетонів полімерними фібрами з метою підвищення їх ударної в'язкості. Проаналізовано сучасні дослідження, виконані у Вінницькому національному технічному університеті, зокрема роботи, присвячені теплоізоляційним сухим будівельним сумішам на перлітовому заповнювачі, впливу мінеральних мікронаповнювачів і полімерних добавок на властивості сумішей, а також модифікованим складам на основі перліту. Узагальнено результати, які підтверджують ефективність використання полімерних фібр для зменшення утворення тріщин, підвищення міцності на розтяг при згині та довговічності матеріалу. Окреслено практичні напрями застосування модифікованих бетонів у сучасному будівництві.

Ключові слова: бетон, полімерні фібри, поліпропілен, ударна в'язкість, модифікація, тріщиностійкість, довговічність, перліт, мікронаповнювачі.

Abstract

The paper considers the peculiarities of modifying concrete with polymer fibers in order to increase its impact strength. It analyzes recent research conducted at Vinnitsa National Technical University, in particular, theses devoted to heat-insulating dry building mixtures based on perlite filler, the influence of mineral microfillers and polymer additives on the properties of mixtures, as well as modified compositions based on perlite. The results confirming the effectiveness of using polymer fibers to reduce cracking, increase tensile strength in bending, and improve the durability of the material are summarized. Practical areas of application of modified concretes in modern construction are outlined.

Keywords: concrete, polymer fibers, polypropylene, impact strength, modification, crack resistance, durability, perlite, microfillers.

Вступ

Бетон є одним із найважливіших будівельних матеріалів сучасності, який широко використовується у цивільному та промисловому будівництві. Його основними перевагами є висока міцність на стиск, доступність сировини та технологічність виробництва. Водночас бетон має низьку тріщиностійкість та ударну в'язкість, що обмежує його застосування у конструкціях, які працюють в умовах динамічних навантажень [1-3].

Одним із перспективних напрямів удосконалення бетонів є їх модифікація полімерними фібрами. Полімерні волокна здатні перерозподіляти напруження у матеріалі, запобігати розвитку мікротріщин та підвищувати довговічність конструкцій [4-7]. Дослідження у ВНТУ показують, що поєднання полімерних фібр із мінеральними мікронаповнювачами та легкими заповнювачами, такими як перліт, дозволяє створювати нові композиційні матеріали з комплексом покращених властивостей.

Результати дослідження

Теоретичні основи модифікації бетонів полімерними фібрами ґрунтуються на розумінні структури цементобетонної матриці та механізмів утворення тріщин. Традиційний бетон характеризується високою міцністю на стиск, проте його крихкість і низька здатність чинити опір розтягувальним напруженням призводять до швидкого розвитку мікротріщин. Саме тому виникає потреба у введенні додаткових елементів, які здатні перехоплювати та стримувати процес руйнування. Полімерні фібри, зокрема поліпропіленові, виконують роль мікроармування, що рівномірно розподіляється у всьому

об’ємі матеріалу [8]. Їхня дія полягає у перерозподілі локальних напружень, які виникають у зоні тріщин, та у створенні тривимірної системи захисту від руйнування.

У тезах «Теплоізоляційні сухі будівельні суміші на перлітовому заповнювачі модифіковані поліпропіленовою фіброю» показано, що введення поліпропіленових волокон у склади з легким перлітовим заповнювачем дозволяє не лише підвищити тріщиностійкість, але й зменшити теплопровідність матеріалу [9]. Таким чином, полімерні фібри виконують подвійну функцію – механічного підсилення та теплоізоляційного удосконалення.

У роботі «Вплив мінеральних мікронаповнювачів і полімерних добавок на властивості сухих будівельних сумішей» доведено, що поєднання полімерних фібр із мікронаповнювачами (зокрема кварцовим пилом, мікрокремнеземом) забезпечує підвищення щільності структури та зменшення пористості [10]. Це сприяє зростанню міцності та довговічності матеріалу, а також покращує його експлуатаційні характеристики.

У тезах «Модифікована суха будівельна суміш на перлітовому заповнювачі» підкреслюється, що використання перліту як легкого заповнювача у поєднанні з полімерними фібрами дозволяє створювати матеріали з низькою теплопровідністю та високою ударною в’язкістю [5]. Це відкриває перспективи для застосування таких складів у будівництві енергоефективних споруд.

Практичне застосування модифікованих бетонів із полімерними фібрами охоплює широкий спектр галузей. У дорожньому будівництві такі матеріали використовуються для виготовлення плит та покриттів, які постійно зазнають ударних навантажень від транспортних засобів. Завдяки введенню полімерних фібр зменшується утворення тріщин у дорожніх конструкціях, підвищується їхня довговічність та знижується потреба у частих ремонтах [11].

У промислових підлогах модифікований бетон забезпечує стійкість до вібраційних та ударних навантажень, що виникають під час роботи важкого обладнання. Це дозволяє зменшити експлуатаційні витрати та продовжити термін служби споруд.

У гідротехнічних спорудах застосування полімерних фібр у бетоні сприяє підвищенню його водонепроникності та морозостійкості, що особливо важливо для конструкцій, які працюють в умовах постійного контакту з водою та перепадів температур. Ковальський [2] зазначає, що використання полімерних модифікаторів у таких спорудах дозволяє значно підвищити їхню довговічність та надійність.

У житловому будівництві модифіковані бетони застосовуються для виготовлення сходових маршів, балконних плит, декоративних елементів, які потребують підвищеної тріщиностійкості. Використання перлітового заповнювача у поєднанні з полімерними фібрами, як показано у тезах [12], підтверджує, що такі матеріали поєднують теплоізоляційні та конструкційні властивості, що особливо важливо для енергоефективних споруд.

Висновки

Модифікація бетонів полімерними фібрами є ефективним та перспективним напрямом розвитку будівельних матеріалів. Вона дозволяє суттєво підвищити ударну в’язкість, тріщиностійкість та довговічність конструкцій, що підтверджується результатами досліджень, виконаних у ВНТУ.

Поліпропіленові фібри забезпечують рівномірний розподіл напружень у матеріалі та запобігають розвитку мікротріщин, а використання полімерних порошків у поєднанні з фібрами створює комплексний ефект, який охоплює як механічні, так і експлуатаційні властивості бетонів.

Практичне застосування таких матеріалів у дорожньому будівництві, промислових підлогах, гідротехнічних спорудах та житловому секторі дозволяє знизити витрати на ремонт, продовжити термін служби конструкцій та забезпечити їхню надійність у складних умовах експлуатації. Особливо перспективним є використання перлітового заповнювача у поєднанні з полімерними фібрами, що дозволяє створювати матеріали з одночасно високими теплоізоляційними та механічними характеристиками.

Список використаної літератури

1. Kalafat, K., L. Vakhitova, and V. Drizhd. "Technical research and development." nternational Science Group. Boston : Primedia eLaunch, 616 . (2021).

2. В. П. Ковальський і В. О. Тимошенко, «ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЗОЛИ ВИНОСУ В БУДІВНИЦТВІ», *СучТехнБудів*, вип. 34, вип. 1, с. 36–42, Сер 2023.
3. Zoria, P., R. Zablotskyi, and V. Kovalskiy. *Use of dry construction mixture waste*. Diss. ВНТУ, 2025.
4. Лемешев, М. С., and О. В. Березюк. "Легкі бетони отримані на основі відходів промисловості." *Научные труды SWorld* 13.1 (2015): 111-114.
5. Любарський, С. С., В. В. Ковальчук, and В. П. Ковальський. *Перспективи будівництва цементобетонних доріг в україні*. ВНТУ, 2025.
6. Березюк, О. В., М. С. Лемешев, and О. В. Христич. Фосфогіпсозолоцементні та металофосфатні в'яжучі з використанням відходів виробництва. Київський національний університет будівництва і архітектури, 2011.
7. Tymoshenko, Vitaliy, and Viktor Kovalskiy. *The processing technologies are considered and the possibility of using phosphogypsum for the production of dry building mixtures is substantiated*. ВНТУ, 2025.
8. Бондар А. В. Модифікація мінеральних сухих будівельних сумішей полімерними добавками [Електронний ресурс] / А. В. Бондар // Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 14-23 березня 2018 р. – Електрон. текст. дані. – 2018.
9. Ковальський, В. П. Методи підвищення довговічності конструкцій гідротехнічного бетону [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, М. О. Постолатій, В. П. Бурлаков // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 13-15 березня 2019 р.
10. Ковальський В. П. Теплоізоляційні сухі будівельні суміші на перлітовому заповнювачі модифіковані поліпропіленовою фіброю [Текст] / В. П. Ковальський, Р. В. Варчук // Материали за XIII международна научна практична конференция «Найновите постижения на европейската наука - 2017»,15-22 юни 2017 г. – София : «Бял ГРАД-БГ», 2017. - Vol. 8. – С. 85-87.
11. Бондар А. В. Вплив мінеральних мікронаповнювачів і полімерних добавок на властивості сухих будівельних сумішей [Текст] / А. В. Бондар // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві (2018)", 13-15 листопада 2018 р. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – С. 215-218.
12. Модифікована суха будівельна суміш на перлітовому заповнювачі [Текст] / В. П. Ковальський, А. В. Бондар, Р. В. Варчук, В. П. Бурлаков // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2017. – Т. 22, № 1. - С. 17-20.

Галяновська Вікторія Олегівна — студентка групи БМ-24б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: viktoriya.halyanovska@gmail.com.

Зоря Павло Олегович — аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, email: pavlo.zorja@gmail.com

Ковальський Віктор Павлович — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, email: kovalskiy@vntu.edul.ua

Halianovska Viktoriia O. – student of group BM-24b, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : viktoriya.halyanovska@gmail.com

Pavlo Zoria O. — Postgraduate student of the Department of Civil Engineering, Urban Planning and Architecture, Vinnytsia National Technical University, email: pavlo.zorja@gmail.com

Kovalskyi Viktor P. — PhD, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: kovalskiy@vntu.edul.ua