

А. В. Бондар
М. А. Максименко

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗПЕРЕРВНО АРМОВАНОГО БЕТОНУ У ДОРОЖНЬОМУ БУДІВНИЦТВІ УКРАЇНИ

Вінницький національний технічний університет

У статті досліджено перспективи використання безперервно армованого бетону (CRCP) у дорожньому будівництві України. Розглянуто сучасні виклики вітчизняної дорожньої галузі та проаналізовано світовий досвід застосування CRCP як технології підвищеної довговічності. Окреслено переваги CRCP над асфальтобетонними та звичайними цементобетонними покриттями, зокрема відсутність термошвів, зменшення експлуатаційних витрат, високу тріщиностійкість. Особливу увагу приділено композитній арматурі як інноваційному елементу конструкції. Представлено таблиці й графіки, що порівнюють техніко-економічні показники різних типів покриттів. Наведено приклад умовного пілотного проекту на трасі М-06, що підтверджує ефективність технології. Розкрито нормативно-правові бар'єри та запропоновано шляхи імплементації CRCP у національні будівельні стандарти. Стаття ілюструє важливість цифровізації процесів будівництва та контролю за станом покриттів з метою досягнення сталого розвитку транспортної інфраструктури України.

Ключові слова: CRCP, безперервно армований бетон, цементобетонне покриття, дорожнє будівництво, ремонт доріг, композитна арматура, цифрова інфраструктура, довговічність покриття, екологічність, техніко-економічний аналіз.

Вступ

Дорожня інфраструктура є основою соціально-економічного розвитку будь-якої країни. В Україні якість дорожнього покриття вже тривалий час залишається однією з найгостріших проблем, що негативно впливає на мобільність населення, конкурентоспроможність логістики, безпеку дорожнього руху та інвестиційну привабливість регіонів. Станом на початок 2020-х років, понад 90% автодоріг в Україні мають асфальтобетонне покриття, більшість з яких перебуває у зношеному або аварійному стані через перевищення проєктних навантажень, погодні коливання, низьку якість будівництва та недостатнє фінансування капітального ремонту.

На цьому тлі зростає зацікавленість до альтернативних типів покриття, зокрема цементобетонних, які мають суттєві переваги за показниками довговічності, тріщиностійкості, зниженими витратами на експлуатаційне утримання. Особливе місце серед них займає технологія безперервно армованого бетону (CRCP), яка відзначається здатністю протистояти температурним і механічним деформаціям без потреби у влаштуванні деформаційних швів, завдяки чому забезпечується стабільна експлуатація дорожнього полотна протягом 30–40 років.

У провідних країнах світу (США, Канада, Німеччина, Китай) CRCP активно застосовується для будівництва автомагістралей, міських об'їзних шляхів, злітно-посадкових смуг аеропортів. Економічні розрахунки доводять, що хоча початкова вартість CRCP вища за традиційне асфальтобетонне покриття, сумарні витрати на весь життєвий цикл є значно нижчими. Досвід також засвідчує вищу надійність цього типу покриття в умовах інтенсивного руху вантажного транспорту.

Метою цієї статті є комплексне дослідження потенціалу впровадження CRCP у дорожнє будівництво України. Для цього проаналізовано техніко-економічні показники CRCP у порівнянні з традиційними технологіями, розглянуто типові дефекти дорожніх покриттів та можливості їх усунення за допомогою армування, наведено приклад пілотного проекту, а також обґрунтовано необхідність вдосконалення нормативної бази та використання цифрових інструментів контролю. Це дослідження є внеском у формування стратегії переходу України до більш ефективних та сталих технологій у сфері дорожнього будівництва.

Історія впровадження CRCP у світі та передумови появи технології Поява безперервно армованого бетону (CRCP) стала логічним етапом еволюції дорожнього будівництва в другій половині XX століття. У 1950-х роках США першими почали використовувати технології бетонних покриттів із тривалим терміном служби, зокрема CRCP, як відповідь на зростаючу інтенсивність руху та обмеженість у фінансуванні регулярного ремонту. Перші зразки CRCP продемонстрували надзвичайну тріщиностійкість, стабільність форми та міцність у порівнянні з традиційним JPCP (простим цементобетоном зі швами).

У 1970-х роках CRCP почали активно розвивати у Німеччині, Франції, Канаді. В Німеччині особливу увагу приділяли якості основи, системам дренажу та геотекстильним підкладкам. У Франції технологія використовувалася для аеропортів і під'їзних шляхів до великих логістичних вузлів. У Китаї

CRCP отримав поширення в рамках державних програм розвитку національної швидкісної інфраструктури з 1990-х років.

У багатьох країнах світу перехід до CRCP був продиктований бажанням мінімізувати експлуатаційні витрати. При цьому виявилося, що хоча вартість на етапі будівництва вища на 10–20%, економія на ремонтах і обслуговуванні компенсує ці витрати вже на 7–10 році експлуатації.

Сьогодні CRCP застосовується не лише в дорожньому будівництві, а й для злітно-посадкових смуг, портових терміналів, промислових дворів. Така універсальність зробила технологію однією з базових у транспортній інфраструктурі багатьох країн.

Порівняльний аналіз типів дорожніх покриттів

Порівнюючи CRCP з традиційними покриттями (табл. 1), варто враховувати не лише початкову вартість будівництва, а й повні життєві цикли, витрати на експлуатацію та ремонт. Серед основних показників, що аналізуються, – довговічність покриття, наявність деформацій, витрати на утримання, а також чутливість до температурних змін і навантажень.

Таблиця 1

Порівняльний аналіз типів дорожніх покриттів

Показник	Асфальтобетонне покриття	Цементобетонне покриття	CRCP (безперервно армований бетон)
Середній термін експлуатації без ремонту, років	8	20	30
Періодичність капітального ремонту, років	10	25	40
Температурна стійкість	Низька	Середня	Висока
Залежність від погодних умов	Висока	Середня	Низька
Наявність термошвів	Присутні	Присутні	Відсутні
Можливість використання при реконструкції	Так	Обмежено	Так
Собівартість будівництва, грн/м ²	717	234	~300
Експлуатаційні витрати (20 років), грн/м ²	2000	900	600

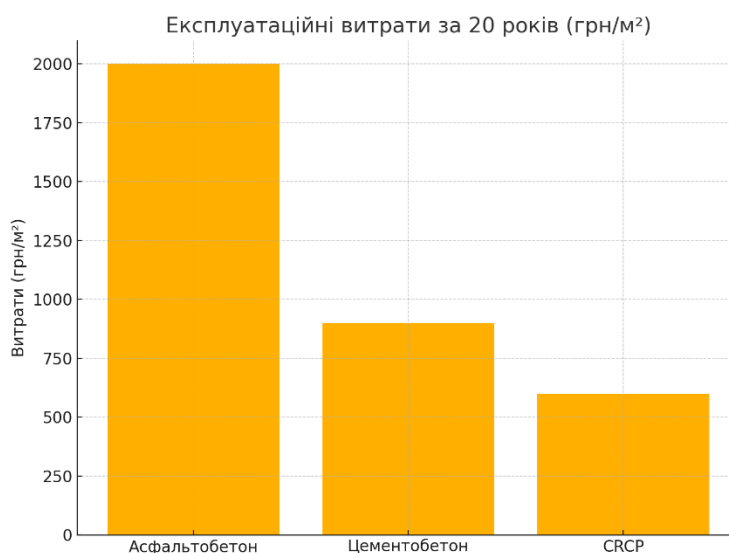


Рисунок 1 – Порівняння витрат на різні типи дорожніх покриттів

CRCP дозволяє суттєво зменшити товщину плити без втрати міцності, зменшити шум і виключити необхідність обробки швів, що актуально для магістралей з високим трафіком. У результаті цієї технології забезпечується краща довговічність і зменшення сукупних витрат за весь життєвий цикл дороги. Візуальна якість, комфортність руху та низька потреба в обслуговуванні роблять CRCP перспективним рішенням для модернізації дорожньої мережі України.

Крім того, слід відзначити зростаючий інтерес до CRCP у країнах із суворими кліматичними умовами. Наприклад, у Канаді та Фінляндії CRCP використовується на ділянках доріг, де коливання температур перевищують 50°C протягом року. Бетон із композитною арматурою у таких умовах демонструє стабільність геометричних параметрів і відсутність термічного розшарування.

Досвід Китаю також свідчить про успішне поєднання CRCP з інтелектуальними системами контролю стану дорожнього покриття. Вони дозволяють у режимі реального часу оцінювати стан покриття, виявляти мікротріщини, які автоматично фіксуються в базі даних. У поєднанні з технологією CRCP це дає змогу досягти принципово нового рівня керування інфраструктурою та зменшити ризики аварійних ситуацій.

Таким чином, глобальні тенденції у сфері дорожнього будівництва свідчать на користь технології безперервно армованого бетону, яка має не лише економічні, а й технологічні та екологічні переваги. Її адаптація до українських умов є важливим кроком до модернізації транспортної інфраструктури.

Дефекти дорожніх покриттів: аналіз, вирішення та візуалізація

Серед основних дефектів жорстких покриттів виділяють:

- тріщини усадки,
- осідання окремих плит,
- руйнування в місцях стиків,
- лушення та вибоїни,
- втрата зчеплення шару покриття з основою,
- заморожування вологи в тріщинах, що призводить до відколів.

Ці ушкодження характерні для класичних цементобетонних покриттів із температурними швами. Їхня причина – концентрація напруг в окремих місцях і погане водовідведення. В умовах клімату України, особливо з активним заморожуванням і відтаванням, ці недоліки стають критичними.

CRCP усуває більшість вказаних дефектів. Завдяки рівномірному армуванню (до 0,8% площі поперечного перерізу плити) та цілеспрямованому виникненню дрібних тріщин з інтервалом 1–2 м, зникає потреба у температурних швах. Ці тріщини не відкриваються понад 0,5 мм, не пропускають вологу, не спричиняють відриву кутів плити чи вибоїн.

Таблиця 2

Поширені дефекти дорожніх покриттів та ефективність їх усунення технологією CRCP

Тип дефекту	Основна причина	Наслідки	Чи усувається CRCP
Тріщини усадки	Усадка бетону при твердненні	Поширення тріщин, втрата міцності	Так
Осідання плити	Недостатнє ущільнення основи	Розлам плити, втрата рівності	Так (при якісній основі)
Вибоїни	Інтенсивне навантаження	Зниження безпеки руху	Так
Втрата зчеплення шару	Волога/недостатня адгезія	Розрив покриття	Так
Руйнування по швах	Температурні деформації	Руйнування швів і стиків	Так
Розшарування поверхні	Низька якість матеріалів	Втрата зчеплення, вибоїни	Так
Заморожування вологи в швах	Відсутність герметизації швів	Руйнування бетону при відлизі	Так

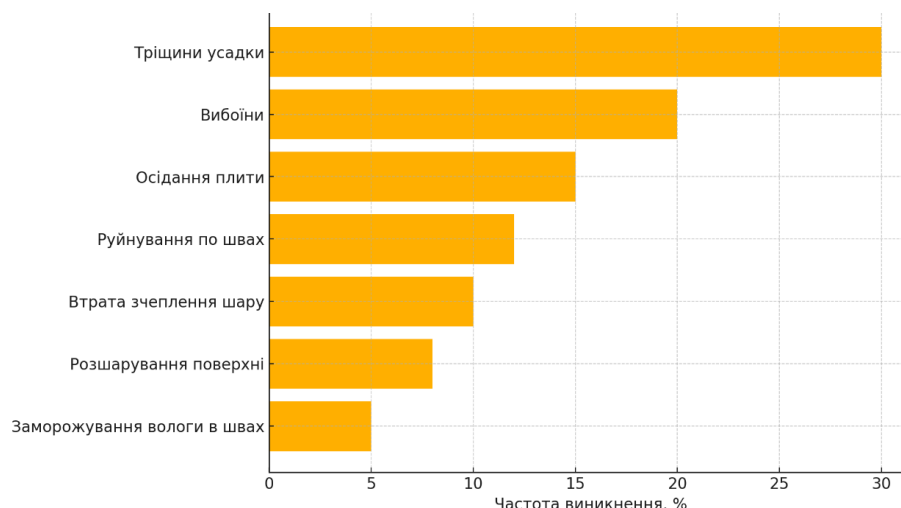


Рисунок 2 – Частота виникнення основних дефектів у цементобетонному покритті

Таким чином, технологія CRCP дозволяє не тільки усунути більшість типових ушкоджень цементобетонних доріг, але й зменшити частоту та обсяг планових ремонтів. Це забезпечує довший життєвий цикл покриття та кращу експлуатаційну якість навіть в умовах змінного клімату та інтенсивного руху.

Нормативно-правова база та стандартизація технології CRCP

Хоча технологія безперервно армованого бетону вже десятиліттями застосовується у світі, в Україні її нормативне закріплення перебуває на початковому етапі. Вітчизняна нормативна база переважно регламентує влаштування цементобетонних покриттів з деформаційними швами, зокрема відповідно до ДСТУ Б В.2.3-10:2009 «Покриття дорожні із цементобетону». У ньому немає положень щодо CRCP, що створює бар'єри для широкого впровадження технології.

Аналіз міжнародного досвіду свідчить, що ефективне використання CRCP базується на комплексному підході, який включає не лише проектування, а й вимоги до арматури, розташування тріщин, температурного армування, методів контролю якості. Наприклад, у США положення щодо CRCP включені в стандарти AASHTO, ASTM та FHWA, зокрема документ FHWA-RD-00-022, де детально описано параметри проектування, конструктивні схеми та вимоги до матеріалів.

Впровадження CRCP в Україні потребує оновлення чинної нормативної документації. Необхідно розробити ДСТУ або галузевий стандарт, що передбачає:

- врахування впливу кліматичних зон України на проектування конструкції;
- обов'язкове використання дренажної системи під плитою;
- визначення вимог до композитної арматури та її адгезії до бетону;
- регламентацію максимальної ширини тріщин і частоти їх розташування;
- вимоги до геотекстильної підкладки та шару стабілізації основи.

Важливим є також внесення змін до технічних умов Укравтодору, що дозволить офіційно включати CRCP до переліку технологій при проектуванні нових та капітально-реконструйованих ділянок доріг державного значення. CRCP можна використовувати:

- при новому будівництві магістралей I–II категорії;
- для реконструкції доріг із асфальтовим покриттям;
- на об'їзних дорогах великих міст;
- для аеродромних покриттів;
- на під'їздах до промислових зон та логістичних центрів.

Окрім цього, перспективним напрямком є локалізація виробництва композитної арматури та інших компонентів CRCP в Україні. Це дозволить зменшити залежність від імпорту, створити нові робочі місця та сприяти розвитку національної промисловості.

Також варто впровадити єдині технічні стандарти на проектування і влаштування CRCP, адаптовані до українських кліматичних і геотехнічних умов. Потенційними партнерами в реалізації пілотних проєктів можуть стати міжнародні донори, муніципалітети, Державне агентство автомобільних доріг України, а також провідні українські технічні університети.

Перспективи цифровізації та інновацій у CRCP

З огляду на глобальні тренди цифрової трансформації в будівельній галузі, технологія CRCP має потенціал до інтеграції з сучасними інформаційними та автоматизованими рішеннями. Це включає використання BIM-моделювання для проектування армованих бетонних шарів, впровадження сенсорних систем моніторингу тріщин та температури, а також GPS-керованих укладальних машин із прецизійним контролем товщини шару й положення арматури.

У поєднанні з технологіями цифрового будівництва можна досягти:

- підвищення точності укладання;
- автоматизації обліку матеріалів;
- скорочення людського фактора в контролі якості;
- накопичення великих масивів даних для аналізу ефективності технології в реальному часі.

Використання цифрових двійників CRCP-доріг дозволить прогнозувати поведінку покриття в довготривалій перспективі, оцінювати вплив навантажень, кліматичних змін, та оптимізувати планування ремонтів. Додатково, хмарні платформи для управління інфраструктурою можуть забезпечити прозорість витрат і підвищити довіру до державних проєктів.

На рівні державної політики це відкриває можливість створення єдиного цифрового реєстру об'єктів дорожнього будівництва з інтегрованими характеристиками кожної ділянки, що використовує CRCP.

Висновки

1. Технологія безперервно армованого бетону (CRCP) має високий потенціал для впровадження в дорожнє будівництво України завдяки поєднанню довговічності, тріщиностійкості та низьких експлуатаційних витрат.
2. CRCP дозволяє забезпечити термін служби дорожнього покриття понад 40 років без потреби в деформаційних швах, що суттєво знижує ймовірність дефектів і спрощує обслуговування.
3. Застосування композитної арматури в CRCP покриттях знижує ризик корозії, зменшує вагу та сприяє довготривалому збереженню міцнісних характеристик у широкому температурному діапазоні.
4. Впровадження CRCP є доцільним на дорогах високої інтенсивності руху, зокрема на магістралях I–II категорій, об'їзних шляхах міст, під'їздах до логістичних центрів, а також на злітно-посадкових смугах.
5. Порівняльний аналіз життєвого циклу CRCP у порівнянні з асфальтобетонним і класичним цементобетонним покриттям свідчить про зменшення загальної вартості експлуатації на 30–50%.
6. CRCP ефективно вирішує основні проблеми дефектності жорстких покриттів, зокрема утворення тріщин, осідання плит, вибоїн та втрату зчеплення, завдяки рівномірному армуванню та відсутності швів.
7. Необхідною умовою масштабного впровадження є оновлення нормативної бази (ДСТУ, ТУ), створення інженерних рекомендацій та стандартів на проектування та укладання CRCP у кліматичних умовах України.
8. Використання цифрових технологій (BIM, сенсори, цифрові двійники) у процесі проектування, будівництва та експлуатаційного моніторингу CRCP сприятиме прозорості, ефективності та прогнозованості розвитку інфраструктури.
9. Технологія CRCP – це стратегічний напрямок розвитку сталого дорожнього будівництва, що відповідає міжнародним практикам, екологічним вимогам та викликам сучасності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гамеляк І. П., Дмитриченко А. М., Нагайчук В. М., Райковський В. Ф., Биковець М. М. Особливості технології підсилення дорожніх покриттів шарами цементобетону // Дороги і мости. – 2020. – Вип. 22. – С. 63–78. – URL: https://nidi.org.ua/files/upload/%D0%97%D0%B1_%D0%94%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%B8%20%D1%96%20%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8%20_2020%20%E2%84%9622%20c%2063-78.pdf
2. ДСТУ-Н Б В.2.3-36:2016. Настанова з влаштування жорсткого дорожнього одягу. – Київ, 2017. – 30 с.
3. Гамеляк І. П., Корецький А. С., Корецький С. С. Про необхідність будівництва цементобетонних покриттів в Україні // Автошляховик України. – 2013. – № 5 (201). – С. 24–26.
4. МР В.2.7-37641918-885:2017. Методичні рекомендації щодо забезпечення надійності конструкцій жорстких дорожніх одягів автомобільних доріг при використанні високоміцного цементобетону. – Київ, 2017. – 66 с.
5. ГБН В.2.3-37641918-557:2016. Автомобільні дороги. Дорожній одяг жорсткий. Проектування. – 2016. – 74 с.
6. Гамеляк І. П., Шургая А. Г., Дмитриченко А. М. Дорожній цементобетон для будівництва місцевих доріг // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – 2019. – Вип. 106. – С. 12–23. – URL: http://publications.ntu.edu.ua/avtodorogi_i_stroitelstvo/106/12.pdf
7. Р В.2.3-37641918-917:2021. Рекомендації з проектування та влаштування цементобетонного дорожнього покриття безперервно армованого. – Укравтодор, 2021. – 48 с.
8. ДБН В.2.3-4:2015. Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. – 2015.
9. ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. – 2018.
10. ГБН В.2.3-218-534:2011. Споруди транспорту. Оцінювання стану бетонного покриття автомобільних доріг. – 2011.
11. Building sustainable continuously reinforced concrete pavement using GFRP bars: case study – Highway 40 West – Montreal, Canada / Sanni A., Handy M., Thebean D. // Resilient Infrastructure. – 2016.
12. Continuously Reinforced Concrete Pavement Manual: Guidelines for Design, Construction, Maintenance, and Rehabilitation. – FHWA-HIF-16-026. – 2016. – URL: <https://www.fhwa.dot.gov/pavement/concrete/pubs/hif16026.pdf>
13. Design of Continuously Reinforced Concrete Pavements Using Glass Fiber Reinforced Polymer Rebars. – FHWA-HRT-05-081. – 2005.
14. First Use of GFRP Bars as Reinforcement for Continuous Reinforced Concrete Pavement / Benmokrane B., Eisa M., El-Gamal S. // CICE 2008 – Zurich, 2008.
15. Lemlin M. Bituminous Pavement and Continuously Reinforced Concrete Pavement (CRCP) on a Motorway in Walloon Region (Belgium). Economical Comparative Study // 9th Int. Symp. on Concrete Roads. – Istanbul, 2004. – P. 116–128.
16. Laurent G. Economic Comparison Between Concrete and Conventional Road Pavements in France // 9th Int. Symp. on Concrete Roads. – Istanbul, 2004. – P. 21–31.
17. Continuously Reinforced Concrete Pavement Performance and Best Practices. The Advanced Concrete Pavement Technology (ACPT). – FHWA-HIF-12-039, 2012. – URL: <https://www.fhwa.dot.gov/pavement/concrete/pubs/hif12039/hif12039.pdf>
18. Guide for Design of Pavement Structures. – Washington, DC: AASHTO, 1993. – 784 с.
19. Continuously Reinforced Concrete Pavement Performance and Best Practices / FHWA-RD-00-022. – Washington, DC: Federal Highway Administration, 2000. – 180 с.
20. Yu H. T., Von Quintus D. W., Khazanovich L. Performance of CRCP Pavements. – Iowa State University, 2015. – 156 p.
21. ASTM A1035/A1035M-20: Standard Specification for Deformed and Plain, Low-Carbon, Chromium, Steel Bars for Concrete Reinforcement. – ASTM International, 2020.

22. ДСТУ Б В.2.3-10:2009. Покриття дорожні із цементобетону. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 28 с.
23. ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2009. Настанова з проектування дорожніх цементобетонних покриттів. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 68 с.
24. Nguyen L. et al. Long-Term Performance of CRCP in Cold Regions // *Journal of Transportation Engineering*. – 2020. – №146(8). – P. 1–10.
25. Глухов В. С., Чорний С. П. Технології влаштування дорожніх покриттів із цементобетону. – Київ: НАУ, 2021. – 212 с.
26. Jiang Y., Li L. Application of Composite Rebars in CRCP under Freeze–Thaw Conditions // *Construction and Building Materials*. – 2022. – Vol. 320. – P. 1–12.
27. В. А. Зеленовський. УЛІШТУВАННЯ ШАРІВ ЖОРСТКОГО ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ. Науково-виробничий журнал “Автотранспорт України”. Окремий випуск 277’2023. С. 84-89. https://journal.insat.org.ua/wp-content/uploads/2024/03/Thesis_Conf_2023.pdf

REFERENCES

1. Hameliak I. P., Dmytrychenko A. M., Nahaychuk V. M., Raikovskiy V. F., Bykovets M. M. Osoblyvosti tekhnolohii pidsylenia dorozhnikh pokryttiv sharamy tsementobetonui // *Dorohy i mosty*. – 2020. – Vyp. 22. – S. 63–78. – URL: https://nidi.org.ua/files/upload/%D0%97%D0%B1_%D0%94%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%B8%20%D1%96%20%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8%20_2020%20%E2%84%9622%20c%2063-78.pdf.
2. DSTU-N B V.2.3-36:2016. Nastanova z vlashtuvannia zhorstkogo dorozhnogo odiagu. – Kyiv, 2017. – 30 s.
3. Hameliak I.P., Koretskyi A.S., Koretskyi S.S. Pro neobkhdnist' budivnytstva tsementobetonnykh pokryttiv v Ukraini // *Avtoshliakhovyk Ukrainy*. – 2013. – № 5 (201). – S. 24–26.
4. MP V.2.7-37641918-885:2017. Metodychni rekomendatsii shchodo zabezpechennia nadiinosti konstruksii zhorstkikh dorozhnikh odiahiv avtomobil'nykh dorih pry vykorystanni vysokomitsnoho tsementobetonu. – Kyiv, 2017. – 66 s.
5. GBN V.2.3-37641918-557:2016. Avtomobil'ni dorohy. Dorozhni odia zhorstkyi. Proiektuvannia. – 2016. – 74 s.
6. Hameliak I. P., Shurhaia A. H., Dmytrychenko A. M. Dorozhni tsementobeton dlia budivnytstva mistsevykh dorih // *Avtomobil'ni dorohy i dorozhne budivnytstvo*. – 2019. – Vyp. 106. – S. 12–23. – URL: http://publications.ntu.edu.ua/avtodorogi_i_stroitelstvo/106/12.pdf.
7. R V.2.3-37641918-917:2021. Rekomendatsii z proiektuvannia ta vlashtuvannia tsementobetonnoho dorozhnogo pokryttia bezperervno armovanoho. – Ukravtodor, 2021. – 48 s.
8. DBN V.2.3-4:2015. Avtomobil'ni dorohy. Chastyna I. Proiektuvannia. Chastyna II. Budivnytstvo. – 2015.
9. DBN V.2.3-5:2018. Vulytsi ta dorohy naselenykh punktiv. – 2018.
10. GBN V.2.3-218-534:2011. Sporudy transportu. Otsiniuvannia stanu betonnoho pokryttia avtomobil'nykh dorih. – 2011.
11. Building sustainable continuously reinforced concrete pavement using GFRP bars: case study – Highway 40 West – Montreal, Canada / Sanni A., Handy M., Thebean D. // *Resilient Infrastructure*. – 2016.
12. Continuously Reinforced Concrete Pavement Manual: Guidelines for Design, Construction, Maintenance, and Rehabilitation. – FHWA-HIF-16-026. – 2016. – URL: <https://www.fhwa.dot.gov/pavement/concrete/pubs/hif16026.pdf>.
13. Design of Continuously Reinforced Concrete Pavements Using Glass Fiber Reinforced Polymer Rebars. – FHWA-HRT-05-081. – 2005.
14. First Use of GFRP Bars as Reinforcement for Continuous Reinforced Concrete Pavement / Benmokrane B., Eisa M., El-Gamal S. // *CICE 2008 – Zurich*, 2008.
15. Lemlin M. Bituminous Pavement and Continuously Reinforced Concrete Pavement (CRCP) on a Motorway in Walloon Region (Belgium). Economical Comparative Study // *9th Int. Symp. on Concrete Roads*. – Istanbul, 2004. – P. 116–128.
16. Laurent G. Economic Comparison Between Concrete and Conventional Road Pavements in France // *9th Int. Symp. on Concrete Roads*. – Istanbul, 2004. – P. 21–31.
17. Continuously Reinforced Concrete Pavement Performance and Best Practices. The Advanced Concrete Pavement Technology (ACPT). – FHWA-HIF-12-039, 2012. – URL: <https://www.fhwa.dot.gov/pavement/concrete/pubs/hif12039/hif12039.pdf>.
18. Guide for Design of Pavement Structures. – Washington, DC: AASHTO, 1993. – 784 s.
19. Continuously Reinforced Concrete Pavement Performance and Best Practices / FHWA-RD-00-022. – Washington, DC: Federal Highway Administration, 2000. – 180 s.
20. Yu H. T., Von Quintus D. W., Khazanovich L. Performance of CRCP Pavements. – Iowa State University, 2015. – 156 p.
21. ASTM A1035/A1035M-20: Standard Specification for Deformed and Plain, Low-Carbon, Chromium, Steel Bars for Concrete Reinforcement. – ASTM International, 2020.
22. DSTU B V.2.3-10:2009. Pokryttia dorozhni iz tsementobetonu. – Kyiv: Minregionbud Ukrainy, 2009. – 28 s.
23. DSTU-N B V.2.3-23:2009. Nastanova z proiektuvannia dorozhnikh tsementobetonnykh pokryttiv. – Kyiv: Minregionbud Ukrainy, 2009. – 68 s.
24. Nguyen L. et al. Long-Term Performance of CRCP in Cold Regions // *Journal of Transportation Engineering*. – 2020. – №146(8). – P. 1–10.

25. Hlukhov V. S., Chornyi S. P. Tekhnologii vlashtuvannia dorozhnikh pokryttiv iz tsemientobetonu. – Kyiv: NAU, 2021. – 212 s.
26. Jiang Y., Li L. Application of Composite Rebars in CRCP under Freeze–Thaw Conditions // Construction and Building Materials. – 2022. – Vol. 320. – P. 1–12.
27. V. A. Zelenovskyi. ULASHTUVANNIA SHARIV ZHORSTKOHO DOROZHNIHO ODIAGU. Naukovo-vyrobnychi zhurnal “Avtoshliakhovyk Ukrainy”. Okremyi vypusk 277’2023. S. 84-89. https://journal.insat.org.ua/wp-content/uploads/2024/03/Thesis_Conf_2023.pdf.

A. Bondar
M. Maksymenko

PROSPECTS OF USING CONTINUOUSLY REINFORCED CONCRETE PAVEMENT TECHNOLOGY IN ROAD CONSTRUCTION IN UKRAINE

Vinnytsia National Technical University

The article explores the prospects of using Continuously Reinforced Concrete Pavement (CRCP) in road construction in Ukraine. It reviews current challenges in the national road sector and analyzes international experience in applying CRCP as a high-durability technology. The benefits of CRCP over asphalt and traditional jointed concrete pavements are outlined, including joint-free structures, reduced maintenance costs, and increased crack resistance. Special attention is paid to the role of composite reinforcement as a structural innovation. Tables and charts are presented comparing the technical and economic performance of different pavement types. A case study on the M-06 highway demonstrates the efficiency of CRCP in Ukrainian conditions. Legal and standardization issues are identified, and implementation steps are proposed. The article emphasizes the importance of digital tools for construction and monitoring, aiming to support sustainable development in Ukraine's transport infrastructure.

Keywords: CRCP, continuously reinforced concrete pavement, rigid pavement, road construction, pavement maintenance, composite reinforcement, digital monitoring, sustainability, durability, cost-efficiency.

Bondar Alena – PhD, associate professor of department of construction, urban planning and architecture Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: bondarav@vntu.edu.ua, ORCID 0000-0002-8098-1181.

Maksymenko Maryna – PhD, senior lecturer of department of construction, urban planning and architecture Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: maksymenko@vntu.edu.ua, ORCID: 0000-0003-1345-8144.