

## **ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПЕРЕРВНО АРМОВАНОГО БЕТОНУ У ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВНИЦТВА ТА РЕМОНТУ АВТОДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ**

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*У роботі наведені теоретичні дослідження основних передумов використання технології безперечноармованого бетону у дорожньому будівництві України.*

*Наведено приклади руйнування жорстких дорожніх покриттів, виконаних із цементобетону. Основна причина руйнування таких покриттів – недостатня міцність при зміні інтенсивності руху автотранспорту, низька якість використовуваних матеріалів дорожнього одягу, температурні розширення бетону та металеві арматури, постійна потреба у поточному ремонті та герметизації швів між бетонними плитами.*

*Розглянуто переваги використання технології безперечноармованого бетону при будівництві та ремонті автодорожніх покриттів.*

**Ключові слова:** автодорожні покриття, дорожнє будівництво, безперечно армований бетон, ремонт доріг, міцність, довговічність, композитна арматура.

### **Abstract**

*The paper presents theoretical studies of the main prerequisites for the use of continuously reinforced concrete technology in road construction in Ukraine.*

*Examples of the destruction of rigid road surfaces made of cement concrete are given. The main reason for the destruction of such coatings is insufficient strength when the intensity of traffic changes, the low quality of the used materials for road clothing, thermal expansion of concrete and metal reinforcement, the constant need for ongoing repair and sealing of seams between concrete slabs.*

*The advantages of using continuously reinforced concrete technology in the construction and repair of road surfaces are considered.*

**Key words:** road surfaces, road construction, continuously reinforced concrete, road repair, strength, durability, composite reinforcement.

### **Вступ та актуальність**

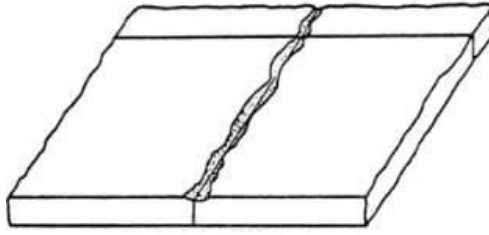
Розвиток і підтримання транспортно-експлуатаційного стану мережі автомобільних доріг і аеродромів України залежить від довговічності конструкцій дорожніх одягів, земляного полотна і транспортних споруд. Це забезпечується, зокрема, використанням високоякісних довговічних матеріалів. Безперечно армований бетон може бути використаний в дорожньому будівництві як для створення дуже міцного та стійкого покриття автомагістралей, мостів та інших транспортних інфраструктурних об'єктів при новому будівництві, так і в ремонтних роботах різної складності.

### **Види руйнувань у жорстких дорожніх покриттях**

Руйнування в жорстких дорожніх покриттях виникають внаслідок різних деформацій. Розглянемо основні типи руйнувань жорстких дорожніх покриттів, які зустрічаються (рис. 1) [1, 2]:

- руйнування та деформацію швів;
- розломи та осідання покриття;
- виникнення явища полірованого заповнювача;
- усадкові тріщини;
- видавлювання води з-під шару дорожнього покриття;
- кутові розриви;
- лінійне розтріскування;
- вибоїни у дорожньому покритті;
- довговічні тріщини;

- розтріскування на міцність.

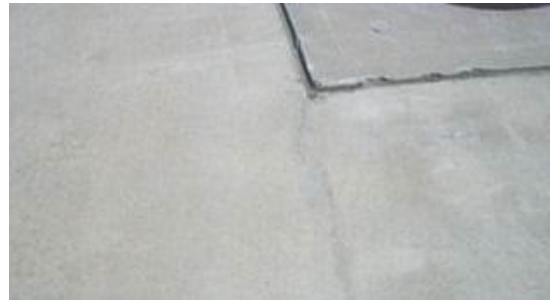


а – руйнування швів у жорстких тротуарних плитах;

б – розлами з різницею у висоті між швами;



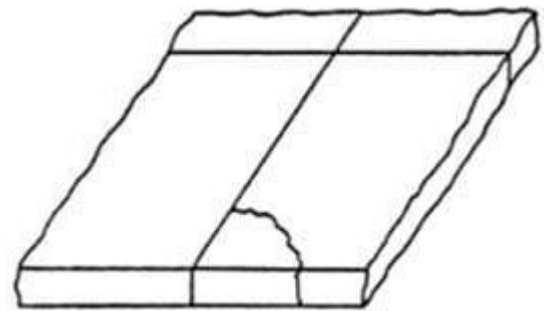
в – полірований заповнювач;



г – усадочні тріщини у дорожніх покриттях;



д – витіснення води з-під шару дорожнього покриття;



е – кутові розриви у дорожніх покриттях;



є – вибоїни у дорожньому покритті;



ж – лінійне розтріскування;



з – тріщини міцності та довговічності у жорстких дорожніх покриттях



Рисунок 1 – Основні види руйнувань у жорстких дорожніх покриттях

Основними причинами виникнення даних видів руйнування цементобетонних дорожніх покриттів є:

- надмірне навантаження через високу інтенсивність руху або проникнення у шви будь-яких матеріалів, що не стискаються;
- використання слабкого бетону для виготовлення стиків між швами;
- накопичення води у стиках між швами, що призводить до швидкого замерзання та відтавання;
- розломи та осідання покриття, викликані м'якою основою;
- викачування або ерозія матеріалу під дорожнім покриттям;
- температурні зміни та зміни вологості, що викликають скручування країв дорожніх плит;
- неправильна технологія укладання та догляду за бетоном у період набору міцності;
- використання не шорстких, кутастих заповнювачів при багаторазовому русі транспорту;
- активне багаторазове повторюване навантаження транспортних засобів на дорожнє покриття;
- накопичення води на межі розділу "дорожнє покриття-основа";
- відсутність підземної дренажної системи;
- надмірна швидкістю перекачування води у основі, що сприяє вимиванню основи;
- великі навантаження, що повторюються, недостатня товщина плити, втрата опори фундаменту або недоліки конструкції, такі як стільники, призводять до появи вибоїн;
- скручування через тепловий градієнт і багаторазовий вплив вологи.

Довговічні тріщини у жорстких дорожніх покриттях виникають в результаті заморожування та відтавання, під час якого відбувається регулярне розширення та стиск, що призводить до поступового руйнування бетону. Таке руйнування жорсткого покриття зрештою призводить до повного руйнування всієї плити.

Скручування бетонних плит відбувається в основному через різницю температур між верхньою і нижньою поверхнями плити або через зміну вмісту вологи.

Великі транспортні навантаження на автомобільні дороги України, важливість швидкої і безпечної доставки вантажів автодорогами, значні капіталовкладення у щорічні ремонти автодоріг з м'яким покриттям чи звичайних цементобетонних покриттів спонукають до використання новітніх матеріалів та технологій при капітальних ремонтах магістралей. Зокрема, вивчення та оцінки потребує технологія безперервно армованого бетону у дорожньому будівництві.

### **Безперервно армований бетон в технології дорожніх покриттів**

Безперервно армований в поздовжньому напрямі бетон (Continuously Reinforced Concrete Pavement – CRCP) в технології дорожніх покриттів є найдорожчим типом покриття. Термін його служби понад 40 років з мінімально необхідним ремонтом. Відсоток армування може бути різним, але становить переважно 0,65-0,8%. Виконують його неметалевими композитними профільованими стержнями діаметром 16 мм, які мають найбільшу міцність на схоплювання з бетоном на одиницю площі покриття (рис. 2). Композитна арматура легша за сталеву, не зазнає температурних деформацій у діапазоні від  $-70^{\circ}$  до  $+100^{\circ}$  C, хімічно стійка, не схильна до корозій, довговічність – 50-80 років, як і у бетону.



Рисунок 2 – Використання безперервно армованого бетону при будівництві доріг

Міцність бетону становить 32-35 МПа. Укладання відбувається безперервно без швів, без утворення плит. Виникаючі поперечні тріщини у покритті вважаються нормою, якщо відстань між ними більше 0,5-3,0 м. найбільшого поширення технології CRCP здобули у США, Австралії, Бельгії [2].

Безперервно армовані покриття та основи рекомендується влаштовувати на магістральних швидкісних автомобільних дорогах з інтенсивним рухом.

Безперервно армовані покриття та основи мають необмежену довжину і переривають їх лише перед штучними спорудами (мостами, шляхопроводами тощо) [2, 3].

Кінцеві ділянки покриття та основи повинні бути заанкеровані нерухомими опорами траншейного або пальового типу.

Використання CRCP дозволяє зменшити товщину бетонної плити на 20%. Це призводить до прямої економії матеріалів – цементу, щебеню тощо.

Важлива перевага дороги з CRCP – відсутність термошвів. Завдяки цьому, зменшується шум при русі транспорту і ризик проникнення води у товщу покриття. Немає необхідності періодично обробляти шви захисною мастикою для їх герметизації. Порядок проєктування і виготовлення конструкцій з такою арматурою в Україні визначено ДСТУ-Н Б В.2.6-185: 2012, а влаштування бетонних доріг – ДСТУ-Н Б В.2.3-36:2016 [4-6].

Перспективним є використання CRCP не тільки під час будівництва нових дорожніх одягів, а і для капітального ремонту існуючих нежорстких і жорстких дорожніх одягів.

Безперервно армований бетон витримує значні навантаження, тому його довговічність не залежить від інтенсивності та складу транспортного потоку. При ремонті доріг з асфальтобетонним покриттям, які мають різноманітні деформації, нерівномірну товщину покриття використання CRCP дозволить зміцнити стару основу та проводити ремонтні роботи без додаткової обробки існуючого асфальтобетонного покриття. Отримане покриття із CRCP буде мати покращену тріщиностійкість у порівнянні із звичайними цементобетонними покриттями, а технологічний процес ремонтно-будівельних робіт скорочується, оскільки не має потреби у влаштуванні температурних швів і їх зміцненні чи герметизації.

Окупність капіталовкладень при використанні технології безперервно армованого бетону відбувається за рахунок збільшення міжремонтного строку служби автодорожнього покриття: поточний ремонт може знадобитись через 10-15 років, капітальний через 25-50 років.

### Висновки

Отже, 50-60 % вартості дороги – це вартість матеріалів на її будівництво чи ремонт. Оскільки Україна має практично невичерпні запаси кам'яних матеріалів і сировини для виробництва цементу і бетону, то має перспективи використання цих матеріалів для влаштування і ремонту автодоріг на заміну м'яким недовговічним асфальтобетонам. Переваги використання безперервно армованого бетону наступні:

- висока міцність, тріщиностійкість, відсутність температурних швів впливають на підвищення термінів експлуатації дорожнього покриття без ремонту чи заміни;
- на довговічність покриття із CRCP не впливають кліматично-погодні умови, інтенсивність руху чи зміна навантаження від автотранспорту;
- влаштування покриттів із безперервно армованого литого бетону зменшує трудомісткість виконання робіт та їх тривалість у порівнянні із іншими покриттями.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] Онищенко А. М., Чиженко Н. П. Оцінка довговічності цементобетонного покриття автомобільних доріг. Дороги і мости, 2020. Випуск 22. С. 138-148.

[2] Нагайчук В. М., Радовський Б. С. Світовий досвід та сучасні підходи до використання цементобетонного покриття. Дороги і мости, 2020. Випуск 21. С. 188-200.

[3] Нові технології і матеріали, які застосовуються у дорожньому будівництві в Україні. URL: <https://mcet.com.ua/novi-tehnologiyi-i-materiali-yaki-zastosovuyutsya-u-dorozhnomu-budivnitstvi-v-ukrayini/>

[4] ДСТУ-Н Б В.2.6-185:2012. Настанова з проєктування та виготовлення бетонних конструкцій з неметалевою композитною арматурою на основі базальто- і склоровінгу. [Чинний від 2013-04-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2012. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=29793](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=29793)

[5] ДСТУ-Н Б В.2.3-36:2016. Настанова з влаштування жорсткого дорожнього одягу. [Чинний від 2017-04-01]. Київ, 2017. 30 с.

[6] Будівництво і ремонт автомобільних доріг з використанням зарубіжної техніки та новітніх технологій. Типові технологічні карти Державна служба автомобільних доріг України (Укравтодор). Київ, 2003. 299 с.

[6] Степура В. С., Белятинський А. О., Кужель Н. В. Основи експлуатації автомобільних доріг і аеродромів : навч. посіб. К. : НАУ, 2013. 204 с.

**Гуменюк Віктор Олександрович** – магістр, група 1Б-22м, кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет

**Меть Іван Миколайович** – канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, електронна пошта: [met@vntu.edu.ua](mailto:met@vntu.edu.ua)

**Науковий керівник: Дудар Ігор Никифорович** – д.т.н., професор, кафедра будівництва цивільної і екологічної інженерії Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця. [dudar@vntu.edu.ua](mailto:dudar@vntu.edu.ua)

**Humenyuk Viktor O.** – master, group 1B-22m, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

**Met Ivan M.** – PhD, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [met@vntu.edu.ua](mailto:met@vntu.edu.ua)

**Supervisor: Igor Dudar** – d.t.n, professor, Department of Civil Engineering and Environmental Engineering of the Vinnytsya national technical university. [dudar@vntu.edu.ua](mailto:dudar@vntu.edu.ua)