

УДК 625.745.1

Вишнівський Б. О., <https://orcid.org/0009-0002-9376-8299>*Національний транспортний університет (НТУ), м. Київ, Україна*

**ПРОЄКТУВАННЯ ЦЕМЕНТОБЕТОННОГО ПОКРИТТЯ НА
ЗАЛІЗОБЕТОННІЙ ПЛИТІ МОСТОВОГО ПОЛОТНА АВТОДОРОЖНІХ МОСТІВ*****Анотація***

Вступ. Автодорожні мости є важливою частиною мережі автомобільних доріг транспортної інфраструктури України. На сьогоднішній день велика кількість автодорожніх мостів не відповідає сучасним вимогам забезпечення безпеки дорожнього руху і конструктивної надійності елементів споруд.

Проблематика. Встановлено, що існує необхідність розроблення методу проєктування цементобетонного покриття на залізобетонній плиті проїзної частини автодорожніх мостів.

Мета. Запропонувати підхід з проєктування цементобетонного покриття на залізобетонній плиті проїзної частини автодорожніх мостів.

Результати. Виконано розрахунок міцності при оцінюванні граничного стану цементобетонного покриття за тріщиностійкістю від спільної дії транспортних засобів та зміни температури. Визначено міри пошкодження цементобетонного покриття на залізобетонній плиті проїзної частини автодорожніх мостів від розтягуючих напружень, що виникають внаслідок дії пневматичних коліс транспортних засобів.

Висновки. У роботі запропоновано підходи з проєктування цементобетонного покриття на залізобетонній плиті мостового полотна автодорожніх мостів.

Ключові слова: автодорожній міст, довговічність, залізобетонна плита, мостове полотно, тріщиностійкість, утворення тріщин, цементобетонне покриття.

Актуальність роботи

Цементобетонне покриття має низку переваг перед асфальтобетонним: більш стійке до деформацій, наприклад колієутворенню; більша довговічність; забезпечує кращий рівень дорожньої безпеки, наприклад менший гальмівний шлях, кращі світловідбиваючі властивості; менша мінімальна товщина покриття (від 6 см); більш екологічний матеріал, що краще придатний для переробки; протягом життєвого циклу потребують меншої кількості експлуатаційних заходів [1].

Оцінювання довговічності під час проєктування представляє собою єдиний процес його конструювання і розрахунку [1 – 6]:

- оцінювання довговічності цементобетонного покриття з урахуванням спільного впливу зміни температури та дії пневматичних коліс транспортних засобів;
- техніко-економічного порівняння розрахованих рівномірних варіантів конструкцій та вибір конструкції для будівництва.

Підвищення довговічності цементобетонного покриття під час конструювання дорожнього одягу полягає у:

- призначенні мінімально необхідної товщини цементобетонного покриття;
- влаштуванні (за необхідності) додаткових швів стискання і розширення.

Оцінювання тріщиностійкості цементобетонного дорожнього покриття базується на отриманні формул, що дозволяють прогнозувати напруження від дії річних і добових температур та пневматичних коліс транспортних засобів. Тому для прогнозування утворення тріщин в цементобетоні від зазначених чинників пропонується оцінювати довговічність цементобетонного покриття, яка повинна базуватися на умові граничного стану.

Існує декілька причин, які суттєво впливають на появу тріщин у цементобетонному покритті:

- напруження від усадки цементобетону [2];
- напруження від спільного впливу річних і добових температур [1, 3 – 6];
- напруження від дії пневматичних коліс транспортних засобів [3 – 6].

Тріщини в цементобетонному покритті на залізобетонній плиті проїзної частини автодорожніх мостів можуть виникати через різні чинники [1 – 6]:

- різниця коефіцієнтів лінійного термічного розширення;
- тепловиділення цементу;
- внутрішні напруження в структурі цементного каменю чи в зоні контакту «цементний камінь – заповнювач»;
- не належний догляд за влаштованим шаром; постійний теплообмін і масообмін (водяний пар, рідка фаза води), що викликає нерівномірний розподіл температури і вологості по товщині;
- усадка під дією фізико-хімічних процесів під час твердіння цементного каменю;
- деформації від транспортних навантажень.

Конструювання цементобетонного покриття

Конструювання полягає у розробленні декількох варіантів конструкцій для подальшого визначення товщини покриття.

Мета конструювання полягає у тому, щоб найкращим чином використати механічні і теплофізичні властивості матеріалів і забезпечити міцність, технологічність і економічність конструкції цементобетонного покриття.

Під час конструювання цементобетонне покриття на залізобетонній плиті проїзної частини автодорожніх мостів повинне бути раціонально розташоване за товщиною, по ширині проїзної частини і по довжині (з урахуванням інтенсивності та складу руху на різних мостах).

Задачі цього конструювання:

- призначення відповідного класу міцності цементобетонного покриття для даної категорії дороги;
- вибір гідроізоляційного матеріалу для основи;
- вибір заходів із забезпечення тріщиностійкості цементобетону.

При конструюванні і розрахунку цементобетонного покриття на залізобетонній плиті проїзної частини автодорожніх мостів слід враховувати кліматичні особливості різних регіонів України. Ці особливості беруть до уваги при виборі класу цементобетону.

Слід передбачати широке використання місцевих матеріалів, а також нових сучасних дорожньо-будівельних матеріалів.

Для визначення приведеної вартості при варіантному проектуванні керуються строками служби, виходячи з довговічності покриття, які для дорожніх одягів капітального типу з цементобетонним покриттям становлять не менше ніж 25 років.

Збільшення довговічності покриття може бути забезпечено за рахунок влаштування з високоміцних цементобетонів проектного класу за міцністю не менше ніж В40, збільшення товщини цементобетонного покриття до (10 – 18) см.

Цементобетонні покриття можуть бути одношаровими, або за наявності відповідного технологічного устаткування — двошаровими, які улаштовують методом зрошування шарів з одночасним ущільненням верхнього і нижнього шарів за один прохід бетоноукладальника, з товщиною верхнього шару не менше 6 см. Товщина цементобетонного покриття повинна бути однаковою по всій ширині проїзної частини автодорожніх мостів. Товщину бетонного покриття (*h*) визначають розрахунком.

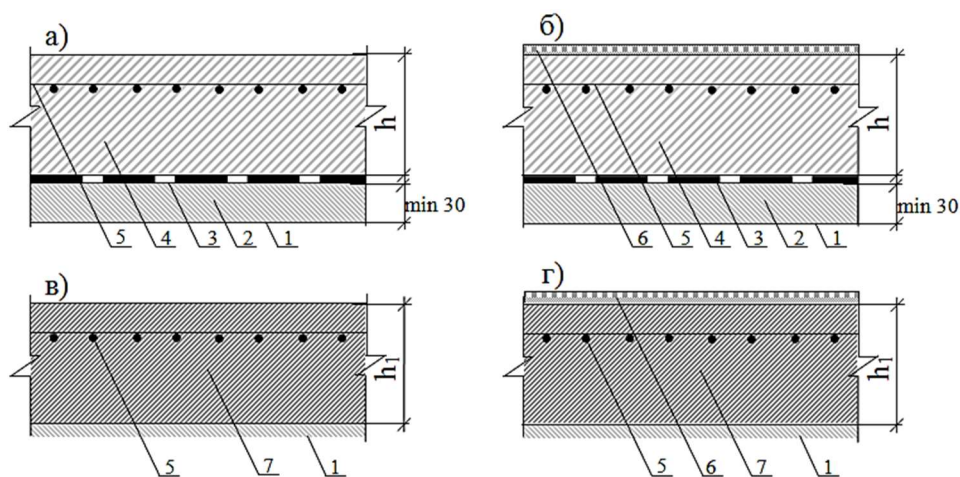
Покриття безпосередньо сприймає навантаження і забезпечує безпеку проїзду транспортних засобів з розрахунковою швидкістю необхідно влаштовувати цементобетон армований (базальтовою арматурою та фіброю) і не армовані з урахуванням техніко-економічного обґрунтування.

Типові конструкції дорожнього одягу. Конструкція дорожнього одягу з цементобетонного покриття на залізобетонній плиті мостового полотна автодорожніх мостів повинна бути визначена в проєкті з урахуванням типу покриття на автомобільній дорозі. Відповідно до проєктних рішень прогонова будова автодорожніх мостів може мати в якості плити проїздної частини: залізобетонну плиту.

При виборі матеріалів конструкція плити мостового полотна повинна відповідати вимогам ДБН В.2.3-4 [7], ДБН В.2.3-22 [8], ГБН В.2.3-37641918-557 [9] та ДСТУ 8858 [10], ДСТУ 8904 [11], ДСТУ-Н Б В.2.3-36 [12] і забезпечувати можливість механізованого влаштування дорожнього одягу, а також можливість проведення робіт з утримання автодорожніх мостів з урахуванням кліматичних умов згідно діючих нормативних документів.

В якості матеріалів для покриття слід застосовувати цементобетон або фіброцементобетон, у тому числі, що виконує гідроізоляційну функцію згідно діючим нормативним документам.

Під час влаштування на поверхню цементобетонного шару тонкошарового полімерного (епоксидів, поліуретанів, метакрилатів, поліестерів) покриття застосовують відповідно до ДБН В.2.3-22 [8].



а) із застосуванням цементобетонного покриття; б) із застосуванням тонкого покриття; в) із застосуванням цементобетонного покриття з особливо щільного бетону, що виконує гідроізоляційні функції, або з фіброцементобетону; г) із застосуванням цементобетонного покриття з особливо щільного бетону на який влаштовано тонкого покриття;

1 — плита проїздної частини; 2 — вирівнюючий шар; 3 — гідроізоляція; 4 — цементобетонне покриття; 5 — базальтова арматура; 6 — тонке покриття, що виконуються на основі епоксидів, поліуретанів, метакрилатів, поліестерів; 7 — цементобетонне покриття з особливо щільного бетону, що виконує гідроізоляційні функції, або з фіброцементобетона без конструктивної арматурної сітки; h — товщина покриття ($h = (100 - 120)$ мм); h_1 — товщина покриття ($h = (90 - 100)$ мм).

Рисунок 1 — Конструкція цементобетонного покриття на залізобетонній плиті мостового полотна автодорожніх мостів

Конструкція дорожнього одягу на залізобетонній плиті мостового полотна автодорожніх мостів включає в себе, як правило (**рис. 1**):

- бетонний вирівнюючий шар;
- гідроізоляцію, нанесену методом розпилення;
- бетонний захисний шар;
- цементобетонне армоване покриття;

— цементобетонне покриття з особливо щільного бетону, що виконує гідроізоляційні функції;

— тонкі покриття, як правило, виконують на основі епоксидів, поліуретанів, метакрилатів, поліестерів.

На прогонових будовах з монолітною плитою мостового полотна вирівнюючий шар не влаштовують.

Розрахунок міцності цементобетонного покриття на залізобетонній плиті мостового полотна автодорожніх мостів

Цементобетонне покриття розраховують з урахуванням складу транспортного потоку, перспективної інтенсивності руху до наступного капітального ремонту і природо-кліматичних умов.

Розрахунок виконують за граничними станами, що визначають втрату працездатності цементобетонного покриття, на основі розрахункових схем, використовуючи нормовані розрахункові характеристики.

Розрахунок виконують шляхом перевірок заздалегідь призначеної конструкції цементобетонного покриття:

— за міцністю цементобетонного покриття;
— за тріщиностійкістю від дії пневматичних коліс транспортних засобів;
— за температурною тріщиностійкістю цементобетонного покриття при добовому та річному циклі;

— за міцністю при оцінюванні граничного стану цементобетонного покриття за тріщиностійкістю від спільної дії транспортних засобів та зміни температури;

— за міцністю цементобетонного покриття на залізобетонній плиті мостового полотна автодорожніх мостів з різними міжремонтними строками (додаток В).

Цементобетонне покриття розраховують з урахуванням надійності. Допустимий (необхідний) коефіцієнт надійності K_n , що визначає мінімальне значення коефіцієнта міцності $K_{мц}$, залежно від категорії дороги з врахуванням капітальності покриття (табл. 1) та врахуванням досягнутого рівня якості.

Таблиця 1

Коефіцієнт міцності $K_{мц}$ за критеріями граничного стану для цементобетонного покриття

Категорія дороги	Тип дорожнього одягу	Коефіцієнт надійності, K_n	Міра пошкодженості, β	Строк експлуатації покриття, років	Коефіцієнт міцності, $K_{мц}$, за критерієм граничного стану
					згин монолітних шарів
Ia	Капітальний	0,97	0,03	18	1,43
Iб – II	Капітальний			21	
III	Капітальний	0,95	0,05	22	1,39
IV	Полегшений			23	
V	Перехідний			23	
Примітка. Коефіцієнт міцності $K_{мц}$ конструкції цементобетонного покриття для даної категорії може бути збільшений або зменшений при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні для заданого строку служби покриття.					

Розрахунком визначають товщину покриття, відстань між швами розширення.

Вихідні дані для розрахунку конструкції цементобетонного покриття включають:

— параметри транспортного навантаження (розрахункова інтенсивність, розрахункове навантаження) згідно з ГБН В.2.3-37641918-557 [9];

- параметри дороги (категорія, ширина проїзної частини, строк служби дорожнього одягу до капітального ремонту) згідно з ДБН В.2.3-22 [8];
- дорожньо-кліматичний район згідно з ДБН В.2.3-4 [7];
- порівняння варіантів конструкції жорсткого дорожнього одягу з різними міжремонтними строками.

Розрахунок міцності цементобетонних покриттів на залізобетонній плиті мостового полотна автодорожніх мостів виконують шляхом перевіряння міцності цементобетонного покриття за формулою:

$$K_{мц} < \frac{K_p \cdot R_i^p}{\sigma_{pt}}, \quad (1)$$

- де $K_{мц}$ — коефіцієнт міцності, визначають залежно від категорії дороги за **табл. 1**;
 K_p — комплексний коефіцієнт, $K_p = 1,65$ для доріг Ia, Ib, II-ї категорії, $K_p = 1,60$ для доріг III-IV категорії;
 R_i^p — розрахункова міцність цементобетону на розтяг при згині;
 σ_{pt} — напруження розтягу при згині в центрі плити, що виникають у цементобетонному покритті від дії навантаження, з урахуванням перепаду температури по товщині плити:

$$\sigma_{pt} = \frac{M_{зг}}{W \cdot K_t}, \quad (2)$$

- де $M_{зг}$ — максимальний згинальний момент, кН;
 W — момент опору перерізу покриття;
 K_t — коефіцієнт, що враховує вплив температурного короблення цементобетонної плити:

$$K_t = -0,028 \cdot h + 1,402. \quad (3)$$

Розрахункову міцність цементобетону на розтяг при згині, визначають за формулою:

$$R_i^p = B_{tb} \cdot K_M \cdot K_y \cdot K_{мороз}, \quad (4)$$

- де B_{tb} — клас бетону за міцністю на розтяг при згині;
 K_M — коефіцієнт набору міцності: для цементобетону природного твердіння за температури повітря вище ніж 10 °С $K_M = 1,2$; для цементобетону природного твердіння за температури повітря нижче ніж 10 °С і під час зимового бетонування $K_M = 1$;
 K_y — коефіцієнт втоми цементобетону при повторному навантаженні:

$$K_y = 1,08 \cdot N_p^m, \quad (5)$$

$K_{мороз}$ — коефіцієнт морозостійкості цементобетону (приймають 0,96) або визначають за формулою:

$$K_{мороз} = \frac{R_{btb}^n}{R_{btb}}, \quad (6)$$

- де R_{btb}^n, R_{btb} — міцність на розтяг при згині цементобетонних зразків-балочок відповідно до i , після n циклів заморозування і відтавання, МПа;
 b_T — показник втоми ($m = 1/b_T$) цементобетону;
 R_{ip} — розрахункова міцність на розтяг при згині залежно від коефіцієнта міцності, заданої надійності та дії розрахункового транспортного навантаження, МПа.

Для оцінювання пошкодження цементобетонного покриття згідно з ГБН В.2.3-37641918-557 [9] необхідно визначати напруження розтягу σ_P при згині для розрахунку товщини покриття за умови гарантованого повного контакту плити з основою:

$$\sigma_P = K_{мц} \cdot \sigma_{пл}, \quad (7)$$

де $K_{мц}$ — коефіцієнт міцності з урахуванням заданого рівня надійності.

Розрахунок міцності під час оцінювання граничного стану цементобетонного покриття за тріщиностійкістю від спільної дії транспортних засобів та зміни температури

Для оцінювання граничного стану цементобетонного покриття використовують умову тріщиностійкості:

$$M(t, T(t)) \leq [M_{цб}], \quad (8)$$

де $M(t, T(t))$ — сумарна міра пошкодження цементобетонного покриття, яку визначають за формулою (9);

$[M_{цб}]$ — гранично допустиме значення міри пошкодження цементобетонного покриття для розрахунків приймають $[M_{цб}] = 1$.

$$M(t, T(t)) = M_{Tp}(t) + M_{Tem}(T(y, t)), \quad (9)$$

де $M_{Tp}(t)$ — міра пошкодження від дії пневматичних коліс транспортного засобів, яка залежить від часу (t) і визначають за формулою:

$$M_{Tp}(t) = \frac{\log(N_{pt}(t))}{10^{N_{Tp}}}, \quad (10)$$

де $N_{pt}(t)$ — розрахункова сумарна повторність розрахункових навантажень при добовій інтенсивності руху N_p , яку визначають за формулою згідно з ГБН В.2.3-37641918-557 [9]:

$$N_{pt}(t) = N_p n_c \cdot \frac{(q^t - 1)}{(q - 1)}, \quad (11)$$

де n_c — кількість днів року з позитивною температурою повітря (приймають за довідковими даними);

q — знаменник, що описує щорічний приріст інтенсивності руху згідно з ГБН В.2.3-37641918-557 [9];

t — строк служби цементобетонного покриття до капітального ремонту.

Середньодобова, приведена до розрахункового навантаження Q_p кількість проїздів всіх коліс, розташованих по одному борту автотранспортних засобів, у межах однієї смуги проїзної частини з приведеною розрахунковою інтенсивністю N_p (одиниць / добу) впливу навантаження, визначають за формулою:

$$N_p = f_1 \cdot f_2 \cdot N \sum \delta_n \cdot S_n, \quad (12)$$

де f_1 — коефіцієнт, що враховує число смуг і розподілення проїздів по них, який приймають для найбільш напруженої смуги згідно з ГБН В.2.3-37641918-557 [9];

f_2 — коефіцієнт, що враховує ширину смуги руху та дорівнює:

- 1,0 — при ширині смуги 3,75 м і більше;
- 1,1 — при ширині смуги від 3,25 м до 3,75 м;
- 1,4 — при ширині смуги від 2,75 м до 3,25 м;
- 1,8 — при ширині смуги від 2,50 м до 2,75 м;
- 2,0 — при ширині смуги менше ніж 2,50 м;

N — очікувана інтенсивність руху в обох напрямках різних вантажних і пасажирських транспортних засобів, авт/добу;

δ_n — частка n -го транспортного засобу у складі руху вантажного і пасажирського транспорту (у долях одиниці);

S_n — сумарний коефіцієнт для приведення за руйнівною дією на дорожній одяг n -го транспортного засобу до розрахункового навантаження;

n — загальна кількість різних марок вантажних і пасажирських транспортних засобів у складі вантажного транспортного потоку.

Очікувану добову інтенсивність руху N в обох напрямках різних вантажних і пасажирських транспортних засобів визначають до кінця перспективного проектного строку служби T і знаходять за даними обліку руху за формулою:

$$N = N_o \cdot q^T, \quad (13)$$

де N_o — добова інтенсивність вантажного руху у вихідному році;

q^T — показник приросту інтенсивності руху або за відсутності таких даних встановлюють за техніко-економічними розробками або розраховують, виходячи з пропускної здатності дороги згідно з ГБН В.2.3-37641918-557 [9];

N_{Tp} — гранично допустима кількість розрахункового навантаження, що може витримати цементобетонне покриття під час дії горизонтального розтягуючого напруження σ_P при згині.

Значення N_{Tp} визначають за формулою:

$$N_{Tp} = \left(\frac{K_p \cdot R_i^p}{\sigma_P} \right)^{1/b_\tau}, \quad (14)$$

де K_p — комплексний коефіцієнт, $K_p = 1,65$ для доріг I_a — II категорії, $K_p = 1,60$ — I_б — II, $K_p = 1,55$ — III та $K_p = 1,50$ для доріг IV – V категорії згідно з ГБН В.2.3-37641918-557 [9];

R_i^p — розрахункова міцність цементобетону на розтяг при згині згідно з ГБН В.2.3-37641918-557 [9], МПа;

$M_{Tem}(T(y,t))$ — міра пошкодження цементобетонного покриття від зміни температури відповідного сезону (n_i):

$$M_{Tem}(T(y,t)) = n_i \cdot \int_0^{t_p} \frac{\sigma_{T_i}(T(y,t))^{b_\tau}}{B_\tau} dt, \quad (15)$$

де $\sigma_{T_i}(T(y,t))$ — сумарні річні та добові температурні напруження при гармонічній зміні температури, які складають із літніх (σ_L), осінньо-весняних ($\sigma_{O./B}$) і зимових (σ_3), МПа;

n_i — період сезону;

b_τ, B_τ — параметри функції довговічності цементобетону;

t_p — час до руйнування, с.

Визначення міри пошкодження цементобетонного покриття на залізобетонній мостового полотна частини автодорожніх мостів від розтягуючих напружень, що виникають внаслідок дії пневматичних коліс транспортних засобів

Від дії пневматичних коліс транспортних засобів у цементобетонному покритті виникають розтягуючі напруження і з часом відбуваються втомні пошкодження у покритті.

На цементобетонне покриття діє колісне навантаження, яке викликає розтягуюче напруження, міру пошкодження від зміни напружень та дії пневматичних коліс транспортних засобів $M_{Tp}(t)$ визначають за формулою (10).

Міру пошкодження $M_{Tp}(t)$ цементобетонного дорожнього покриття автомобільної дороги від зміни напружень, що викликані від дії пневматичних коліс транспортних засобів з урахуванням (3) – (7), (9), (10) визначають за формулою:

$$M_{Tp}(t) = \frac{N_p \cdot n_c \cdot \frac{(q' - 1)}{(q - 1)}}{\left(\frac{K_p \cdot B_{tb} \cdot K_M \cdot K_y \cdot K_{морз}}{\sigma_p} \right)^{1/b_t}} \cdot \quad (16)$$

Висновки

У роботі запропоновано підходи з конструювання цементобетонного покриття на залізобетонній плиті мостового полотна автодорожніх мостів. Наведено розрахунок міцності такого покриття. Наведено розрахунок за тріщиностійкістю від спільної дії транспортних засобів та зміни температури. На основі проведених досліджень визначено міру пошкодження зазначеного покриття від розтягуючих напружень, що виникають внаслідок дії пневматичних коліс транспортних засобів.

Робота виконувана на кафедрі мостів, тунелів та гідротехнічних споруд Національного транспортного університету під керівництвом доктора технічних наук, професора Онищенко А. М.

Список літератури

1. Онищенко А. М., Гаркуша М. В., Давиденко О. О., Цепелєв С. Ю., Федоренко О. В. Перспективи застосування цементобетонного покриття на транспортних спорудах. *Дороги і мости*. 2021. Вип. 23. С. 178–196. DOI: <https://doi.org/10.36100/dorogimosti2021.23.178>.
2. Онищенко А. М., Лапченко А. С., Чиженко Н. П. Оцінка напружень від усадки в цементобетонному покритті автомобільних доріг. *Віснику НУ «ЛП», серія «Теорія та практика будівництва»*. 2019. № 912. С. 132–138.
3. Онищенко А. М., Возний С. П. Метод визначення коефіцієнта температурної тріщиностійкості для уточнення розрахунку монолітного цементобетонного покриття автомобільних доріг. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. 2016. № 98. С. 179–181.
4. Онищенко А. М., Чиженко Н. П. Оцінка довговічності цементобетонного покриття автомобільних доріг. *Дороги і мости*. 2020. Вип. 22. С. 138–148.
5. Онищенко А. М., Худолій С. М., Чиженко Н. П. Числове моделювання впливу розташування транспортного навантаження на цементобетонне покриття автомобільних доріг. *Вісник НТУ, серія «Технічні науки»: наук.-техн. збірник*. 2020. Вип. 46. С. 237–253.
6. Онищенко А. М., Чиженко Н. П. Метод оцінки довговічності цементобетонного покриття автомобільних доріг. *Збірник тез міжнародної науково-технічної конференції Гідротехнічне і транспортне будівництво*. Одеса. 28–29 травня 2020 р. С. 85–89.
7. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. Київ, 2015. 112 с. (Інформація та документація).

8. ДБН В.2.3-22:2009 Мости та труби. Основні вимоги проектування. Київ, 2009. 40 с. (Інформація та документація).
9. ГБН В.2.3-37641918-557:2016 Автомобільні дороги. Дорожній одяг жорсткий. Проектування. Київ, 2016. 75 с. (Інформація та документація).
10. ДСТУ 8858:2019 Суміші цементобетонні дорожні та цементобетон дорожній. Технічні умови. Київ, 2019. 19 с. (Інформація та документація).
11. ДСТУ 8904:2019 Настанова з улаштування гідроізоляції проїзної частини автодорожніх мостів. Київ, 2019. 22 с. (Інформація та документація).
12. ДСТУ-Н Б В.2.3-36:2016 Настанова з влаштування жорсткого дорожнього одягу. Київ, 2016. 29 с. (Інформація та документація).

References

1. Onyshchenko A. M., Harkusha M. V., Davydenko O. O., Tsepelyev S. YU., Fedorenko O. V. Perspektyvy zastosuvannya tsementobetonnoho pokryttya na transportnykh sporudakh. *Dorohy i mosty*. 2021. Issue 23. P. 178–196. DOI: <https://doi.org/10.36100/dorogimosti2021.23.178> [in Ukrainian].
2. Onyshchenko A. M., Lapchenko A. S., Chyzhenko N. P. Otsinka napruzhen' vid usadky v tsementobetonnomu pokrytti avtomobil'nykh dorih. *Visnyku NU "LP", seriya "Teoriya ta praktyka budivnytstva"*. 2019. No. 912. P. 132–138 [in Ukrainian].
3. Onyshchenko A. M., Voznyy S. P. Metod vyznachennya koefitsiyenta temperaturnoyi trishchynostiystykosti dlya utochnennya rozrakhunku monolitnoho tsementobetonnoho pokryttya avtomobil'nykh dorih. *Avtomobil'ni dorohy i dorozhnye budivnytstvo*. 2016. No. 98 P. 179–181 [in Ukrainian].
4. Onyshchenko A. M., Chyzhenko N. P. Otsinka dovhovichnosti tsementobetonnoho pokryttya avtomobil'nykh dorih. *Dorohy i mosty*. 2020. Issue 22. P. 138–148 [in Ukrainian].
5. Onyshchenko A. M., Khudoliy S. M., Chyzhenko N. P. Chyslove modelyuvannya vplyvu roztashuvannya transportnoho navantazhennya na tsementobetonne pokryttya avtomobil'nykh dorih. *Visnyk NTU, seriya "Tekhnichni nauky": nauk.-tekhn. Zbirnyk*. 2020. Issue 46. P. 237–253 [in Ukrainian].
6. Onyshchenko A. M., Chyzhenko N. P. Metod otsinky dovhovichnosti tsementobetonnoho pokryttya avtomobil'nykh dorih. *Zbirnyk tez mizhnarodnoyi naukovy-tekhnichnoyi konferentsiyi Hidrotekhnichne i transportne budivnytstvo*. Odesa. 28 – 29 travnya 2020 p. P. 85–89 [in Ukrainian].
7. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво [State Building Regulations (DBN V.2.3-4:2015) Automobile roads. Part I. Design. Part II. Construction]. Kyiv, 2015. 112 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
8. ДБН В.2.3-22:2009 Мости та труби. Основні вимоги проектування. [in Ukrainian]. [State Building Regulations (DBN V.2.3-22:2009) Bridges and pipes. Basic design requirements]. Kyiv, 2009. 40 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
9. ГБН В.2.3-37641918-557:2016 Автомобільні дороги. Дорожній одяг жорсткий. Проектування [Industry Building Standards (HBN V.2.3-37641918-557:2016) Automobile roads. Road clothes are tough. Designing]. Kyiv, 2016. 75 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
10. ДСТУ 8858:2019 Суміші цементобетонні дорожні та цементобетон дорожній. Технічні умови [State Standard of Ukraine (DSTU 8858:2019) Road cement concrete mixtures and road cement concrete. Technical conditions]. Kyiv, 2019. 19 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
11. ДСТУ 8904:2019 Настанова з улаштування гідроізоляції проїзної частини автодорожніх мостів [State Standard of Ukraine (DSTU 8904:2019) Guidelines for waterproofing the carriageway of road bridges]. Kyiv, 2019. 22 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
12. ДСТУ-Н Б В.2.3-36:2016 Настанова з влаштування жорсткого дорожнього одягу [State Standard of Ukraine (DSTU-N B V.2.3-36:2016) Instructions for the installation of hard road clothing]. Kyiv, 2016. 29 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

Bolislav Vyshnivskiy, <https://orcid.org/0009-0002-9376-8299>

National Transport University (NTU), Kyiv, Ukraine

DESIGN OF CEMENT CONCRETE COATING ON REINFORCED CONCRETE SLAB OF ROADWAY PARTS OF BRIDGES

Abstract

Introduction. Road bridges are an important part of the road network of the transport infrastructure of Ukraine. Nowadays a large number of road bridges do not meet the modern requirements for ensuring road traffic safety and structural reliability of building elements.

Problems. It was established that there is a need to develop a method of designing a cement-concrete coating on a reinforced concrete slab of the carriageway of road bridges

Goal. To propose an approach for designing a cement-concrete coating on a reinforced concrete slab of the carriageway of road bridges.

Results. The strength calculation was performed when assessing the limit state of the cement-concrete coating in terms of crack resistance from the joint action of vehicles and temperature changes. The measures of damage to the cement-concrete coating on the reinforced concrete slab of the carriageway of road bridges due to tensile stresses arising from the action of pneumatic wheels of vehicles were determined.

Conclusions. The paper proposes approaches to the design of a cement-concrete coating on a reinforced concrete slab of the carriageway of road bridges.

Keywords: road bridge, durability, reinforced concrete slab, cracking, bridge deck, crack resistance, cement concrete coating.