

ПРАКТИЧНІ МЕТОДИ РЕМОНТУ МОСТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОЛЕГШЕНОЇ МОНОЛІТНОЇ ПЛИТИ

Голеско О. О., Лукін О. М., Смагло Я. Д.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. Значна кількість мостів нині потребує модернізації відповідно до сучасних вимог як за габаритом, так і за несною здатністю. Також виникає потреба вписати наявну конструкцію в нове положення в процесі реконструкції всієї дороги. Це призводить до перевантаження конструкції новими елементами, які доцільно полегшити. У роботі проаналізовано сучасні способи відновлення наявних тимчасових і постійних мостів, наведено інформацію про ремонт мосту через р. Вільшанка біля с. Височинівка в Харківській області з влаштування полегшеної монолітної залізобетонної плити на прогоновій будові з діафрагмами. Розглянуто спосіб полегшення конструкції за допомогою влаштування комірок з пінополістиролом та встановлення пластикових труб. Надано практичні результати зменшення власної ваги та економії бетону.

Ключові слова: міст, тимчасовий міст, накладна монолітна плита, прогонова будова, перевантаження мосту, пінополістирол, реконструкція, ремонт.

Вступ

Більшість залізобетонних мостів на дорогах України побудовано впродовж 60–70 рр. минулого сторіччя [1, 2]. Чимало споруд зведено ще раніше. Тим часом щороку інтенсивність руху та маса автомобільного транспорту на дорогах України зростають, що призводить до підвищення навантаження на мости та шляхопроводи.

Під час експлуатації зазвичай спочатку руйнується мостове полотно: покриття, гідроізоляція, тротуари, деформаційні шви тощо. Це призводить до потрапляння води з мостового полотна на прогонові будови, опори та опорні частини. Зважаючи на незадовільну експлуатацію мостових споруд, ці елементи також руйнуються. Тому стає актуальним питання капітального ремонту або реконструкції штучної споруди. У цьому разі часто намагаються довести габарит споруди до відповідності чинним нормативам. Виникає необхідність у влаштуванні монолітної залізобетонної накладної плити, яка часто перевантажує прогонові будови та опори.

Аналіз публікацій

Для ремонту та реконструкції старих мостів використовують придатні до експлуатації наявні елементи споруди. Наприклад, це можуть бути працездатні опори, по яких влаштовують нові сучасні балки з меншою вагою порівняно зі старими балками. Або придатні до використання балки, поверх яких влаштовують нове полегшене мостове полотно.

В Україні в умовах воєнного стану через обмеження в часі та фінансуванні для відно-

влення руху по найбільш важливих напрямках використовують рішення з тимчасовим відновленням руху за допомогою відносно легких збірно-розбірних прогонових будов. Наприклад, це металеві коробчасті прогонові будови UNIBRIDGE® від французької компанії *Matiere*, які багаторазово застосовано в Чернігівській області (рис. 1, 2) [3, 4].



Рис. 1. Монтаж балок UNIBRIDGE® на наявні опори зруйнованого мосту [3]

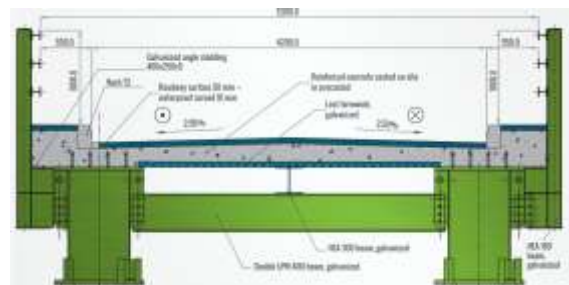


Рис. 2. Варіант мосту UNIBRIDGE® з монолітною залізобетонною плитою [4]

Ці конструкції можуть застосовуватись як для постійного, так і тимчасового (до п'яти років) варіанта використання мосту.

Також як балки для мостів використовують металеві прокатні двотаврові профілі, що спираються на вцілілі опори та покривають легким дерев'яним настилом (рис. 3, 4) [5]. Такий настил недовговічний, але його часто застосовують з причини швидкого монтажу, невеликої ваги та можливості зведення без залучення важкої техніки.



Рис. 3. Улаштування прогонової будови з металевих прокатних двотаврових балок по наявних опорах на автомобільній дорозі Н-27 Чернігів – Мена – Сосниця – Грем'яч [5]



Рис. 4. Улаштування легкого дерев'яного настилу зверху прокатних двотаврових балок на автомобільній дорозі Н-27 Чернігів – Мена – Сосниця – Грем'яч [5]

Якщо експлуатаційний стан мостового полотна аварійний (рис. 5), а балки й опори в хорошому стані, то розглядають економний варіант відновлення мосту за допомогою накладної залізобетонної монолітної плити (рис. 12) [6, 7] або полегшених збірно-монолітних плит (рис. 6) [8–12], що іноді може призводити до підвищення несної здатності прогонових будов за умови жорсткого об'єднання нових елементів з наявними балками. Ці способи відновлення мостового полотна більш доцільні для мостів, що будуть використовуватися за постійною схемою, тобто понад п'ять років.



Рис. 5. Руйнування мостового полотна без руйнування балок та опор мосту через бойові дії в Харківській області

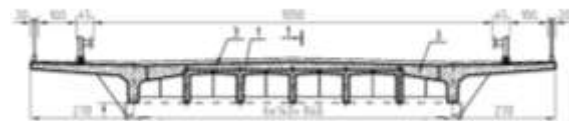


Рис. 6. Розширення шляхопроводу на автодорозі Західний обхід м. Львів збірно-монолітною накладною плитою [12]

Останнім часом у світі набув поширення варіант відновлення мостового полотна за допомогою технології *SUREBridge*. Легкі полімерні сендвіч-панелі FRP, армовані скловолокном (рис. 7, 8) [13–15], швидко монтують поверх наявних бетонних плит, забезпечуючи міст міцним, естетичним, довговічним та стійким до корозії покриттям (рис. 8, 9) [15]. Такий варіант накладної плити можна застосовувати для швидкого відновлення руху внаслідок зведення як тимчасових мостів, так і мостів постійної експлуатації.

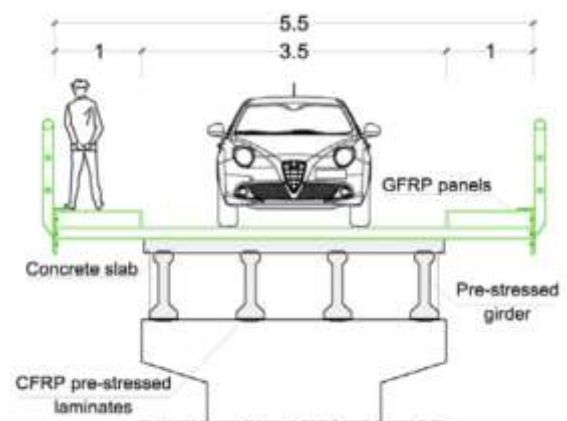


Рис. 7. Приклад улаштування мостового полотна за технологією *SUREBridge* [13, 14]

Кожен варіант відновлення старого, аварійного чи зруйнованого мосту за постійною або тимчасовою схемою має свої переваги та недоліки.



Рис. 8. Процес монтажу композитної панелі FRP на наявну прогонову будову мосту, с. Хогенвег, Нідерланди [15]



Рис. 9. Готова до експлуатації споруда з новим мостовим полотном із панелей FRP, с. Хогенвег, Нідерланди [15]

Досвід відновлення тимчасових споруд необхідно брати до уваги під час капітальних влаштувань і навпаки. Це особливо актуально в контексті ідеї використання полегшеної, але міцної та надійної конструкції накладної монолітної плити.

Постановка проблеми

За інформацією Аналітичної експертної системи управління мостами на 2023 р. [1] на дорогах загального користування налічується 16 179 мостів. Агентством відновлення на підконтрольних територіях на дорогах загального користування державного значення експлуатується 5 385 мостів. Більшість мостових споруд розташовано на місцевих дорогах.

Понад 10 000 мостів на дорогах загального користування не відповідають сучасним нормам (63,5 %). Середній вік мостів на дорогах державного значення наразі становить 57 років [1].

З огляду на систематичну відсутність робіт з утримання та незадовільний технічний стан парку мостів на автомобільних дорогах України експлуатаційний термін більшості мостових споруд або добігає кінця, або наближається до цього.

Як зазначено в студіях [1, 2], переважна більшість мостів і шляхопроводів на дорогах загального користування України виконано зі збірного залізобетону.

Актуальним стає питання капітального ремонту або реконструкції таких мостів для подовження терміну їх служби й відновлення експлуатаційних властивостей, що відповідають сучасним будівельним нормам.

У процесі капітального ремонту або реконструкції прогонових будов мостових споруд сучасні нормативні документи [16] вимагають перекриття (підсилення) прогонової будови монолітною накладною залізобетонною плитою. Товщина плити в цьому разі має бути не меншою ніж 14 см.

Монолітна плита, якщо вона добре зроблена, перекриває доступ води на розташовані нижче елементи, що дуже добре працює навіть за відсутності робіт з експлуатації споруди.

З одного боку, прогонову будову підсилюють монолітною плитою завдяки збільшенню робочої висоти перерізу (h_0), але з іншого – постійне навантаження також зростає. Тому однозначно стверджувати про підсилення та збільшення несної здатності прогонової будови не можна.

У нормах [16] регламентовано мінімальну товщину монолітної залізобетонної плити на прогоновій будові, але іноді під час капітального ремонту / реконструкції виникає потреба збільшити товщину цієї плити. Це стосується широких мостів, де посередині товщина накладної плити має дорівнювати 40–50 см, а іноді й більше. Виникає проблема і в необхідності підвищення позначок проїзної частини мосту, якщо цього потребують позначки проїзду на підходах.

У таких ситуаціях товста монолітна накладна плита не підсилює прогонову будову, а, навпаки, обтяжує.

Мета й постановка завдання

Метою роботи є подання практичного варіанта реконструкції мосту з полегшеною монолітною накладною залізобетонною плитою на прикладі мосту через р. Вільшанка, розташованого на автомобільній дорозі загального користування державного значення Т-21-01/М-18 Мерефа – Зміїв (Харківська область).

Для досягнення поставленої мети конструкція має відповідати сучасним вимогам до габариту, новому поздовжньому профілю дороги на підходах і наявному положенню споруди.

У цьому разі висоту плити виконують за необхідністю, а її вага залишається мінімальною.

Реалізація варіанта влаштування полегшеної монолітної плити

Розглянемо міст, розташований у Зміївському районі біля с. Височинівка (рис. 10). Орієнтовно його побудовано в першій половині 60-х рр. минулого сторіччя.



Рис. 10. Загальний вигляд мосту з низового боку

Міст має габарит $G-6,1+2\times 0,9$ та прогонову схему $2\times 11,36$ м, складену зі збірних залізобетонних, попередньо напружених балок за типовим проєктом ВТП-16. Висота балок становить 75 см. Об'єднання балок по діафрагмах відсутнє. Прогони спроектовані під тимчасові навантаження Н-30, НК-80. Над балками виконано вирівнювальний шар з бетону й щебеню завтовшки 35–40 см та покриття з асфальтобетону завтовшки 20 см (рис. 11).



Рис. 11. Шари дорожнього одягу на мосту завтовшки до 60 см

Ширина проїзної частини за результатами замірювань під час обстеження становить

6,09–6,19 м. Тротуари, накладні, залізобетонні, завширшки 0,56–0,70 м, покриті шарами монолітного бетону завтовшки 15 см та асфальтобетону – 3 см. Опори виконані за типового проєкту випуск 70 – одностійковий високий пальовий ростверк.

За вантажопідйомністю та характеристикою безпеки міст здатен пропускати колони автомобілів з масою до 40 т, тобто тимчасові навантаження Н-30, Н-40, А11, та одиночне колісне навантаження НК-80 без обмежень.

За результатом оцінювання технічного стану основних конструктивних елементів міст перебуває в стані 4 – обмежено працездатний.

У цьому разі фундаменти мають працездатний стан, а 4-й експлуатаційний стан надано через дефекти мостового полотна та прогонової будови. Тому є сенс виконати ремонт з влаштуванням монолітної залізобетонної плити з монолітними тротуарами.

У розробленні конфігурації накладної плити потрібно було брати до уваги, що за типовим проєктом ВТП-16 балки встановлюють на одному рівні й поперечні ухили проїзної частини виконують завдяки додатковим шарам зверху (стічний трикутник). Також виникла необхідність підвищити проєктні позначки дорожнього покриття на підходах. Отже, потрібна товщина накладної плити досягла 0,65 м.

Виконання суцільної плити такої товщини спричиняє збільшення ваги прогонової конструкції через додаткову товщину монолітної плити й тротуарів, що зменшує здатність балок витримувати вагу рухомих навантажень та збільшує навантаження на опори. Щоб розв'язати цю проблему та зменшити масу прогонової будови, було застосовано технологію використання незнімних вкладишів-пустотоутворювачів.

Це дало змогу зменшити вагу конструкції способом вилучення матеріалу, що не бере участі в роботі. Прийнятий варіант підсилення наведено на рис. 12.

Для надійного з'єднання плити з прогоновою конструкцією в балках установлюють анкери, що закріплюють за допомогою епоксидної смоли.

Це дає змогу створити міцне й надійне з'єднання, яке забезпечує передачу навантажень від накладної плити до балок. Процес бетонування плити передбачає два етапи для досягнення кращих конструкційних властивостей.



Рис. 12. Поперечний переріз мосту з полегшеною плитою

На першому етапі по центральній осі кожної балки влаштовують поздовжні ребра плити з кроком 0,58–0,62 м. Ці ребра виконують важливу функцію – ефективно передають навантаження з плити на балки, що підвищує стійкість всієї конструкції. Для додаткової міцності та з'єднання балок між собою влаштовують поперечні ребра з кроком 3,6 м, що працюють разом із поздовжніми для створення жорсткої сітки. Товщина цих ребер становить 0,25 м, а їх висота є змінною залежно від проєктних вимог (рис. 13).



Рис. 13. Армування та бетонування ребер плити

Отримані таким чином комірки, що утворюються між ребрами, заповнюють екструдованим пінополістиролом (рис. 14). На другому етапі заливають безпосередньо плиту габаритом Г-7,0+2×0,75, яка має мінімальну

товщину 0,16 м, що забезпечує необхідну міцність і надійність всієї конструкції.

Окрім основних конструкційних елементів полегшення, у кожен монолітний тротуар закладається по чотири пластикові труби діаметром 0,11 м. По-перше, такі труби дають змогу прокладати різні інженерні комунікації; по-друге, пластикові труби сприяють зменшенню ваги тротуару, що полегшує загальну конструкцію мосту.



Рис. 14. Комірки, заповнені пінополістиролом

Таблиця 1 – Економія ваги внаслідок полегшення

Елемент	Плита	Тротуари
Загальний об'єм плити без полегшення, м ³	140,6	14,4
Об'єм елементів полегшення, м ³	59,2	2,0
Об'єм бетону плити за умови полегшення, м ³	81,4	12,4
Загальна вага плити без полегшення, т	351,5	36,0
Загальна вага плити з полегшенням (зважаючи на вагу пінополістиролу), т	205,9	31,3
Зменшення власної ваги, т	145,6 (41,4 %)	4,7 (13,1 %)
Загальне зменшення власної ваги, т	150,3 (38,8 %)	

За матеріалами обстеження наявна конструкція мостового полотна, виконана із суцільних шарів бетону, щебеню та накладних тротуарів, важить 387,5 т, а підсумкова вага застосованої конструкції підсилення становить 237,2 т (табл. 1).

І це за умови збільшення габариту з 6,1 м до 7 м, збільшення висоти конструкції через підйом позначок проїзної частини та забезпечення сумісної роботи балок.

Підсумкове зменшення ваги за допомогою пустотоутворювачів наведено в табл. 1.

Висновки

Влаштування монолітної плити й тротуарів з елементами полегшення на запропонованому мосту зменшила власну вагу на 38,8 %.

Відповідно до попередніх розрахунків несна здатність прогонових будов у процесі застосування накладної плити прогонової будови з пустотами може збільшитися на 10–20 %.

Використання системи із поздовжніх і поперечних ребер збільшило жорсткість та забезпечило надійну просторову роботу прогонової будови.

Застосування полегшених конструкцій монолітної накладної плити дає змогу ремонтувати мости нестандартної конфігурації та вписувати наявні конструкції в нове проєктне положення.

Література

1. Касків В. І., Панібратець Л. Г., Степанов С. М., Грінів В. С., Чайковська Л. І. Стан мостового господарства України на дорогах загального користування державного значення на підконтрольних територіях за 2023 рік. *Дороги і мости*. Київ, 2024. Вип. 29. С. 280–292.
2. Боднар Л. П., Панібратець Л. Г., Велічко М. М., Кметюк В. В. Аналітична інформація з програмного комплексу АЕСУМ щодо мостів станом на 2022 рік. *Дороги і мости*. Київ, 2022. Вип. 26. С. 155–171.
3. Смагло Я. Стан мостового господарства України та приклади використання сучасних збірно-розбірних прогонових будов для влаштування тимчасових автодорожніх мостів. *Мости: сучасний стан та перспективи розвитку присвяченої до 120-річчя від дня народження Володимира Олексійовича Російського*: тези допов. Всеукр. наук. конф., м. Харків, 7–8 груд. 2023 р. Харків. С. 80–86.
4. Matiere N., Ung Q. H., Nicolaudie P. A. Unibridge®: A new concept in prefabricated modular bridge. *Congrès International de Géotechnique – Ouvrages – Structures*. Singapore: Springer Singapore, 2017. P. 981–987.
5. Рекомендації щодо конструктивних рішень для відбудови пошкоджених мостів і труб. Київ: ДП ДерждорНДІ, 2022. 167 с.
6. Бережна К., Краснов С. Дослідження впливу монолітної накладної залізобетонної плити на розподіл зусиль між основними елементами прогонової будови з урахуванням їхньої спільної роботи. *Вісник ХНАДУ*. 2023. Вип. 100. С. 98–103.
7. Краснов С., Бережна К. Ефективність реконструкції прогонових будов автодорожніх мостів за допомогою накладної плити. *Науковий вісник будівництва*. 2019. Т. 2. Вип. 2(96). С. 236–240.
8. Стечишин С., Кваша В. Використання збірної залізобетонної накладної плити для реконструкції мостів старої побудови. *Ресурсоекономі матеріали, конструкції, будівлі та споруди*. 2019. № 37. С. 287–295.
9. Стечишин С., Кваша В. Несуча здатність залізобетонних балок складеного перерізу прольотних будов мостів, розширених накладною плитою. *Вісник ХНАДУ*. 2019. Вип. 86. Т. 1. С. 139–147.
10. Сінь Я., Горбачевська А., Салійчук Л., Кваша В. Дослідження ефективності реконструкції залізобетонних мостів за ТП вип. 56 з підсиленням балок змінною статичною схемою. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*. 2023. Вип. 24. С. 93–110.
11. Сінь Я., Юпин М., Салійчук Л., Кваша В. Оптиміальне конструктивно-технологічне вирішення реконструкції міського шляхопроводу та результати його випробувань. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*. 2021. Вип. 20. С. 92–107.
12. Горбачевська А., Кваша В. Експлуатаційний стан, реконструкція та результати випробувань реконструйованого автодорожнього шляхопроводу. *Вісник національного університету «Львівська політехніка»*. Серія: Теорія і практика будівництва. 2017. Вип. 877. С. 66–77.
13. Yang J. et al. A new concept for sustainable refurbishment of existing bridges using FRP materials. *4th International Conference on Smart Monitoring, Assessment and Rehabilitation of Civil Structures: Proceedings of SMAR 2017 Conference*. Empa, 2017. P. 1–8.
14. Valvo P. S., Davini E., Ricci F. The European project SUREBridge-Analysis of a case study bridge. In: *Proceedings of the 33rd International CAE conference and exhibition: Conference and Exhibition*. Vicenza, 6–7.11.2017. P. 1–13.
15. FiberCore Europe. Fast and cost-efficient renovation of concrete bridges with SUREbridge, 2021. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=oslgfplcn5M>.
16. ДБН В.2.3-22:2009 Споруди транспорту. Мости та труби. Основні вимоги проєктування. Київ, 2009. 73 с.

References

1. Kaskiv, V., Panibratets, L., Stepanov, S., Hriniv, V., Chaikovska, L. State of bridge facilities of ukraine on public roads of national importance in the controlled territories in 2023. *Dorogi i mosti* [Roads and bridges]. Kyiv, 2024. Issue 29, pp. 280–292.
2. Bodnar, L., Panibratets, L., Velichko, M., Kmetiuk, V. Analytical information of the AESUM software complex regarding bridges as of 2022. *Dorogi i mosti*. Kyiv, 2022. Issue 26, pp. 155–171.
3. Smahlo, Ya. The State of Ukraine's Bridge Infrastructure and Examples of Using Modern Prefabricated Modular Span Structures for the Con-

- struction of Temporary Road Bridges. *Bridges: Current State and Development Prospects, Dedicated to the 120th Anniversary of the Birth of Volodymyr Oleksiiovych Rosiiskyi*: Abstracts of the All-Ukrainian Scientific Conference, Kharkiv, Ukraine, Dec. 7–8, 2023, pp. 80–86.
4. Matiere, N., Ung, Q. H., Nicolaudie, P. A. Uni-bridge®: A new concept in prefabricated modular bridge. *Congrès International de Géotechnique – Ouvrages – Structures*. Singapore: Springer Singapore, 2017, pp. 981–987.
 5. Rekomendatsii shchodo konstruktyvnykh rishen dlia vidbudovy poshkodzhenykh mostiv i trub [Recommendations on Structural Solutions for the Reconstruction of Damaged Bridges and Culverts]. Kyiv, 2022. DP DerzhdorNDI. 167 p.
 6. Berezhna, K., Krasnov, S. Investigation of the effect of a monolithic reinforced concrete slab on the force distribution between the main components of a span structure, taking into account their collective performance. *Visnyk KhNADU [Herald of the KhNADU]*. 2023. Issue 100, pp. 98–103.
 7. Krasnov, S., Berezhna, K. Efficient reconstruction of road bridgespans with removableslab. *Visnyk KhNADU [Herald of the KhNADU]. Scientific Bulletin of Civil Engineering*. 2019. Vol. 96, no. 2, pp. 236–240.
 8. Stechyshyn, S., Kvasha, V. Use of precast reinforced pavement slab for reconstruction of old construction bridges. *Resource-Saving Mater., Struct., Buildings Struct.*, 2019. Issue 37, pp. 287–295.
 9. Stechyshyn, S., Kvasha, V. Carrying capacity of reinforced concrete beams of the compound cross-section of the span structures of bridges, extended by the paving slab. *Visnyk KhNADU [Herald of the KhNADU]*. 2019. Vol. 1, Issue 86, pp. 139–147.
 10. Sin, Y., Horbachevska, A., Saliychuk, L., Kvasha, V. Study of the efficiency of reinforced concrete bridges reconstruction under the typical project vol. 56with beams strengthening by changing static scheme. *Mosty ta tuneli: teoriia, doslidzhennia, praktyka*. 2023. Issue 24, pp. 93–110.
 11. Sin, Ya., Yupyn, M., Saliichuk, L., & Kvasha, V. Optimal constructionand technological solutionfor reconstruction of a city pipelineand the results of its tests. *Mosty ta tuneli: teoriia, doslidzhennia, praktyka*. 2021. Issue 20, pp. 92–107.
 12. Horbachevska, A., Kvasha, V. Operational state, reconstruction and test results of reconstructed highway overpass. *Visnyk Teoriya i praktyka budivnytstva*. Lviv, National University “Lviv Polytechnic”. 2017, no. 877, pp. 66–77.
 13. Yang, J. et al. A new concept for sustainable refurbishment of existing bridges using FRP materials. *4th International Conference on Smart Monitoring, Assessment and Rehabilitation of Civil Structures*: Proceedings of SMAR 2017 Conference. Empa, 2017, pp. 1–8.
 14. Valvo, P. S., Davini, E., Ricci, F. The European project SUREBridge-Analysis of a case study bridge. In: *Proceedings of the 33rd International CAE conference and exhibition: Conference and Exhibition*. Vicenza, 6–7.11.2017, pp. 1–13.
 15. FiberCore Europe. Fast and cost-efficient renovation of concrete bridges with SUREbridge, 2021. URL: https://www.youtube.com/watch?v=osl_gfplcn5M.
 16. DBN V.2.3-22:2009 Sporudy transportu. Mosty ta truby. Osnovni vymohy proektuvannia [State Building Norms (DBN V.2.3-22:2009) Transport facilities. Bridges and pipes. Basic design requirements]. Kyiv, 2009. 73 p.
- Голеско Олег Олександрович**, аспірант кафедри мостів, конструкцій і будівельної механіки імені В. О. Російського, тел. +38 066 956 39 59, golesko87@gmail.com;
- Лукін Олександр Миколайович**, к. ф.-м. н., доц. кафедри мостів, конструкцій і будівельної механіки імені В. О. Російського, тел. +38 050 149 51 34, lukin.ptp@gmail.com;
- Смагло Ярослав Дмитрович**, аспірант кафедри мостів, конструкцій і будівельної механіки імені В. О. Російського, тел. +38 068 082 88 97, smahlo91yaroslav@gmail.com.
- Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 61002, Україна, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25

Practical methods for bridge repair using lightweight overlaid monolithic slabs

Abstract. Problem. Over 60 % of bridges on Ukraine's public road network do not meet modern technical standards due to deterioration, outdated structural solutions, and lack of proper maintenance. During major repairs or reconstruction, current regulations require the installation of a monolithic reinforced concrete overlay slab. However, this leads to overloading of the superstructures and supports due to the significant increase in weight—especially when the roadway width must be increased or the road surface elevation raised. The search for effective solutions to reduce the weight of the structure while ensuring its strength and durability represents a pressing engineering challenge. The **goal** is to develop and implement a practical bridge reconstruction solution by designing an optimized lightweight monolithic reinforced concrete overlay slab that meets modern dimensional standards, accommodates increased roadway elevations, and minimizes structural weight. **Methodology.** An analysis of the existing bridge's technical condition was carried out. A design for a lightweight overlay slab was developed, incorporating a system of transverse and longitudinal ribs, void-formers made from extruded polystyrene foam, and plastic pipes embedded in the side-

walks. The economic feasibility of the proposed lightweight monolithic slab design was assessed by comparing the material volumes and weights of the lightweight and non-lightweight alternatives.

Results. The implemented technical solution reduced the total weight of the overlay slab and sidewalks by 150,3 tonnes (38,8%) while simultaneously increasing the roadway width and structural height. Preliminary calculations indicate a 10–20% increase in the load-bearing capacity of the voided superstructure, enabling successful integration into the updated design configuration. **Originality.** An improved design for a lightweight monolithic overlay slab was proposed, utilizing void-formers to reduce the structural weight while increasing the slab's height and reinforcing it for enhanced performance. **Practical value.** The proposed lightweight slab technology ensures significant material savings, reduces the load on bridge supports and beams, and allows for the adaptation of aging bridges to modern operating conditions without the need for full demolition of the existing structures.

Keywords: bridge, temporary bridge, overlaid monolithic plates, span structure, bridge overloading, expanded polystyrene, reconstruction, repair.

Holesko Oleh, Post-Graduate Student, Department of Bridges, Structures and Structural Mechanics named after V. O. Rosiyskyi, ORCID: 0009-0009-1016-2445, golesko87@gmail.com;

Lukin Oleksandr, PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Department of Bridges, Structures and Structural Mechanics named after V. O. Rosiyskyi, ORCID: 0009-0004-9169-2950, lukin.ptp@gmail.com;

Smahlo Yaroslav, Post-Graduate Student, Department of Bridges, Structures and Structural Mechanics named after V. O. Rosiyskyi, ORCID: 0009-0004-8806-7812, smahlo91yaroslav@gmail.com.

Kharkiv National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkiv, 61002, Ukraine
