УДК 624.21.09; 624.271

М. Я. Жиловський
В. О. Попов

СУЧАСНИЙ СТАН ДЕФОРМАЦІЙНИХ ШВІВ БАЛОЧНИХ АВТОДОРОЖНІХ МОСТІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто питання сучасного стану автодорожньої системи України, включаючи технічний стан автодорожніх мостів. Доведено, що в умовах зміни логістичних потоків через воєнний стан технічний стан існуючих споруд суттєво погіршився. Виокремлено важливі компоненти пролітних будов автомобільних балочних мостів – деформаційні шви, розглянуто їх класифікацію, основні причини передчасного зносу. Доведено, що для забезпечення безвідмовної і тривалої експлуатації деформаційних швів слід дотримуватися суворого регламенту їх підбору, улаштування та експлуатації

Ключові слова: автодорожній міст, пролітна будова, деформаційний шов, технічний стан, дефекти і пошкодження.

Abstract

The issue of the current state of the highway system of Ukraine, including the technical condition of highway bridges, was considered. It has been proven that the technical condition of existing facilities has significantly deteriorated in the conditions of changes in logistics flows due to martial law. The important components of span structures of automobile girder bridges are singled out - deformation joints, their classification, the main causes of premature wear are considered. It has been proven that to ensure trouble-free and long-term operation of expansion joints, strict regulations for their selection, arrangement and operation should be followed

Key words: road bridge, span structure, deformation seam, technical condition, defects and damage

Вступ та теоретичні передумови досліджень

На сьогоднішній день актуальним питанням для України є модернізація її автодорожньої системи. Типові рішення, які застосовувались за радянських часів, не відповідають сучасним нормам і стандартам та не забезпечує відповідні експлуатаційні властивості та необхідний рівень безпеки мостової споруди загалом, особливо, в умовах воєнного стану. Аналіз існуючих конструкцій мостових споруд показує, що такі елементи як мостове полотно, деформаційні шви та опори зазнають значних пошкоджень, і є найбільш зношеними та потребують нагального ремонту. Переважна більшість мостових споруд України на дорогах загального користування являє собою одно- чи багатопролітну балочну конструкцію, яка спирається на мостові опори.

Воєнні дії на півночі, сході та півдні України які продовжуються дотепер з лютого 2022 року призвели до суттєвих загальнодержавних логістичних змін. На сьогодні у прифронтових районах спостерігається постійний руху великогабаритної та важкої військової техніки, що найчастіше здійснюється не у вигляді поодиноких рухомих механізмів, а шляхом переміщення багатомашинних колон, на дорогах державного та місцевого значення. Це призвело до ненормативних понадпроектних впливів, і, як наслідок, до передчасного утворення вибоїн, просідання, руйнування дорожнього одягу та пошкодження конструктивних елементів мостів автодорожньої системи. На це накладається довоєнна зношеність старих балочних споруд.

Ще до початку війни на території України корпорація «Укравтодор» провела дослідження на автомобільних дорогах та навела характеристику стану автодорожніх мостів, табл. 1 [1].

Аналізуючи дані таблиці 1 можна побачити, що 59…63% мостів, в залежності від експлуатанта, на автодорогах загального користування не задовольняють вимог ДБН В.2.3-1Д:2006 «Мости та труби. Правила проектування». Необхідно відзначити, що стан балочних автодорожніх мостів, які експлуатуються органами самоврядування населених пунктів, ще гірший аніж представлені в таблиці дані, оскільки у місцевих бюджетах закладаються значно менші витрати на їх утримання.

Більшість з мостів, які мають обслуговуватися територіальними громадами, протягом значного часу не обстежувалась, тому достовірних даних про їх технічний стан на сьогодні немає

Таблиця 1 – Характеристика стану автодорожніх мостів [1]

Експлуатант	Одиниця виміру	Всього	Не задовольняють вимогам ДБН	Задовольняють вимогам ДБН
Укравтодор	шт	16059	10190	5869
	%	100	63	37
Самоврядування населених пунктів	шт	4272	2514	1758
	%	100	59	41

Основна частина

Відомо, що деформаційні шви є невід'ємною частиною мостів, які забезпечують вільне переміщення сусідніх ділянок пролітних будов, ущільнення стиків між будовами для забезпечення тривалої експлуатації мосту в цілому. Радянські проектувальники приділяли цим важливим компонентам мостових споруд, які забезпечують герметизацію проїзного полотна та захист мостових опор від впливу вологи не достатню увагу. Тому, на існуючих спорудах, в основному, використовувалися або відкрити деформаційні шви (зазори), або U-подібні шви закритого типу. Досвід обстеження мостових споруд довів, що стандартні деформаційні шви у вигляді U-подібної гнутої сталевої пластини, заповненої еластичним матеріалом, без належного догляду вже через 3 – 5 років експлуатації втрачають герметичність чи повністю руйнуються [2]. При виникненні відмов у їх роботі швидко прогресує руйнування інших суміжних елементів, що різко знижує довговічність всього мосту і комфортність руху по спорудах. Крім того, конструкція мостових швів згідно з сучасними дослідженнями, працює у тісній співпраці з опорними системами. Тип шва на пряму залежить від розміру, принципу роботи та жорсткості таких опорних систем. Часто, у вигляді рухомих опор як у минулому, так і зараз, використовувалися гумові еластомерні плити.

На даний час відома значна кількість різноманітних швів (рис. 1), де показана їх класифікація [3].

Рис. 1. Класифікація конструкцій деформаційних швів автодорожних мостів [3]

Протягом останніх десятиліть було проведено великі аналітичні та експериментальні дослідження роботи деформаційних швів у складі пролітних будов мостів. Основна увага приділялася вертикальним статичним і динамічним характеристикам швів під транспортним навантаженням, а також їх структурній цілісності залежно від втоми, міцності та експлуатаційних вимог. Досліджень було зосереджено на поздовжній поведінці компенсаторів під робочими навантаженнями, коли з'єднання мають складні горизонтальні робочі механізми, включно з тертям ковзання, само еквівалентність відстані між пластинами, обмеження руху, а також власне демпфірування та жорсткість.

Дослідження за цим напрямком довели, що деформаційні шви найпростішого (відкритого) типу ненадійні, оскільки, з часом, їх стан суттєво погіршується. Те саме стосується U-подібних компенсаторів. В місцях їх улаштування масово спостерігаються руйнування бетонного каменю

прогонової будови, корозія металу шва і суміжного армування, засмічення швів аж до їх заклинювання. Типовий стан швів найпростішого типу балочних мостів показаний на рис. 2.

Рис. 2. Зовнішній вигляд та технічний стан деформаційного шва балочного мосту, збудованого у с. Удич, на дорозі Р-54. Руйнування ущільнювача шва. Сліди замокання суміжних бетонних конструкцій. Руйнування ділянок бетону поблизу швів внаслідок втрати морозостійкості.

Сучасні шви закритого типу Maurer D50 … D100 надійно і довготривало працюють під навантаженням. Але для цього необхідно, щоб їх монтаж був здійснений у відповідності до рекомендацій виробника швів, а саме:

- зазори між металевими елементами швів були виставлені з дотриманням температурного режиму (чим холодніша погода під час монтажу, тим зазор має бути ширшим;
- деформативність еластомерних опор має відповідати розрахунковій деформативності швів;
- анкерні конструкції швів мають бути надійно зв’язані з арматурою пролітної плити;
- зазори між металевими конструкціями швів при експлуатації слід очищати від бруду і каміння, гумові елементи слід ретельно заводити у посадочні місця швів для уникнення розгерметизації;
- конструкції швів при монтажі слід улаштовувати перпендикулярно осі дороги з дотриманням проектної прямолінійності.

На основі цих досліджень у специфікаціях по проектуванню та випробувань було надано рекомендації щодо поліпшення проектування, виготовлення та монтажу компенсаторів [4, 5].

Висновки

В результаті аналізу літературних джерел встановлено, що основні елементи мостових споруд в умовах воєнного стану зазнають значних пошкоджень, передчасно зношуються та потребують нагального ремонту. Основний фокус у роботі зосереджено на деформаційних швах, як важливих компонентах будови, якими часто нехтують проектувальники. Доведено, що шви минулого найпростішого типу вже не задовольняють вимог надійної і безвідмовної експлуатації сучасності. Для балочних мостів рекомендовано використовувати шви закритого типу з гумовим компенсатором. Наведено основні конструктивні та технологічні рекомендації щодо улаштування таких швів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. В. О. Попов і О. В. Войцехівський, Метод підсилення залізобетонних мостових опор улаштуванням біт-рапецеідальної обойми [Текст] / В. О. Попов, О. В. Войцеховський // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2022. – № 1. – С. 5–15.

2. Талавіра, Г. М. Стан автодорожніх мостів України. Diss. Національний авіаційний університет, 2021.

3. Коваль, П. М., Полюга, Р. І., Фаль, А. Є., Бойко, С. І. (2009). Забезпечення експлуатаційної надійності деформаційних швів автодорожніх мостів. Дороги і мости, (11), 164-173.

4. Guo, Tong, et al. "Damage mechanism of control springs in modular expansion joints of long-span bridges." Journal of Bridge Engineering 23.7 (2018): 04018038.

5. Popov V. The effective method of strengthening of reinforced concrete beam bridges by arrangement of the horizontal steel-concrete cover ‘system / O. Voitsehivskiy, V. Popov // Proceedings of FIB Symposium, China, Shanghai, 2020. P. 1258 – 1264.

Жиловський Максим Ярославович – магістрант факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця. maxer792792@gmail.com

Науковий керівник: ***Попов Володимир Олексійович –*** к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури. Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: v.a.popov.vntu@gmail.com, ORCID 0000-0003-2379-7764

Zhylowskyi Maksym – student of Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia Na-tional Technical University, Vinnytsia. maxer792792@gmail.com

Supervisor: ***Popov Vladimir O. –*** Ph.D. Docent of department of civil engineering, architecture and municipal economy, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia national technical university, Vin-nytsia city, email: v.a.popov.vntu@gmail.com