

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-230-2-17>

## APPROACHES TO CONCRETE PAVEMENT CONDITIONS MONITORING OF BRIDGES WITH FRP REINFORCEMENT

### ПІДХОДИ ДО МОНІТОРИНГУ СТАНУ ЦЕМЕНТОБЕТОННОГО ПОКРИТТЯ МОСТІВ З FRP-АРМУВАННЯМ

**Kharchenko A. M. Харченко А. М.**

*Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Transport Construction and Property Management, National Transport University*  
*доктор технічних наук, доцент, доцент кафедри транспортного будівництва та управління майном Національний транспортний університет*

**Gameliak I. P. Гамеляк І. П.**

*Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Airports, National Transport University*  
*доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри аеропортів Національний транспортний університет*

**Tsybul'skyi V. M. Цибульський В. М.**

*Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer at the Department of Resistance of Materials and Mechanical Engineering, National Transport University Kyiv, Ukraine*  
*кандидат технічних наук, старший викладач кафедри опору матеріалів та машинознавства Національний транспортний університет м. Київ, Україна*

Передовим напрямком з підвищення довговічності цементобетонних конструкцій є використання сучасних матеріалів армування, таких як композитна FRP-арматура (Fiber Reinforced Plastic Bar). У світовій практиці цей матеріал поступово замінє традиційну сталеву арматуру при капітальному ремонті, реконструкції або новому будівництві мостових споруд та естакад. Переваги мостів з FRP полягають у стійкості армуючих матеріалів до дії агресивного середовища і, як наслідок, корозії, простоті конструкції та низькій вартості ремонтно-відновлювальних заходів, подовжений термін експлуатації внаслідок зносостійкості FRP-матеріалів, що визначає економічний та соціальний ефект [1]. Зокрема, міцність при розтягу неметалевої арматури в 2-3 рази вища ніж у сталевій, коефіцієнт лінійного розширення – нижче у 1,25 рази, питома вага – в 4 рази менша, що підвищує несну здатність конструкції в цілому [2].

Однак, такі будівельні об'єкти постійно знаходяться під дією статичного та динамічного навантаження, що викликає необхідність у здійсненні періодичного моніторингу стану мостів для вжиття превентивних заходів з їх експлуатаційного утримання. Таким чином, система моніторингу має вирішальне значення для своєчасного виявлення пошкоджень та визначення їх місцезнаходження [1].

Розрізняють дві групи методів оцінки стану мостів – методи, що використовуються для визначення потенційного пошкодження (наприклад, візуальний огляд); методи для визначення виду та ступеня пошкодження (радіаційний, випробовування на навантаження тощо).

Згідно світового досвіду останнім часом для оцінки та ідентифікації характеристик матеріалів, компонентів і конструкцій використовуються різноманітні методи неруйнівного контролю. Зокрема, для деяких методів, таких як візуальний огляд, ударний метод, не потрібно використовувати спеціальне обладнання. Інші методи, такі як тепловізійне обстеження, акустична емісія, ультразвукові хвилі, радіаційний, випробовування на навантаження – є більш складними та потребують спеціального обладнання (табл. 1) [1].

Таблиця 1

**Характеристики неруйнівного контролю мостів із FRP  
(адаптовано з [1])**

Назва методу	Прилади та обладнання	Вартість	Точність
1	2	3	4
Візуальний огляд	Підсвітка, дзеркало, лінійка	Низька	Низька
Ударний метод	Молот	Низька	Низька
Тепловізійне дослідження	Тепловізор, екран	Низька	Середня
Акустичний метод	П'єзоелектричний датчик	Середня	Середня
Ультразвуковий метод	Генератор імпульсів, екран	Середня	Середня
Радіаційне дослідження	Джерело випромінювання, екран	Середня	Низька
Радіолокаційне дослідження	Георадар, приймач	Середня	Середня
Мікрохвильове дослідження	Випромінювач електромагнітних хвиль, підсилювач	Висока	Висока
Оптичне дослідження	Оптоволоконний датчик	Висока	Висока
Спектральний аналіз та випробовування на навантаження	Тензодатчик, акселерометр	Висока	Висока

В Україні науковим колективом Національного транспортного університету в 2019 р. в виконаний моніторинг стану мостів з цементобетонними покриттями інструментальним та тепловізійним методом [3]. Було виявлено, що на мостах, де використане традиційне армування, відбулося відшарування захисного шару металеві арматури, що спричинене явищем електро-хімічної корозії [3]. В той же час, конструкції мостів із застосуванням FRP-армування знаходилися в кращому стані [2]. Зокрема, виявлено, що неметалева арматура зберегла свою мікроструктурну цілісність і механічні властивості після довготривалої експлуатації мостових споруд. Таким чином, було визначено, що використання FRP-арматури призводить до збільшення експлуатаційного терміну мостів в 1,2 рази [2].

Слід відзначити, що попри зростаючу популярність та інтерес до застосування FRP-армування в мостовій галузі, потребує подальшого дослідження довговічність цього матеріалу та вивчення впливу на нього превентивних заходів з експлуатаційного утримання мостів.

### Література:

1. Long Tang. (2021). Maintenance and Inspection of Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Bridges: A Review of Methods. *Materials* 2021, 14, 7826. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma14247826>
2. Gameliak, I., Dmytrychenko, A., Tsybul'skyi, V., & Kharchenko, A. (2022). Determining the effect of reinforcing a cement-concrete coating of bridges on the stressed-strained state of structures. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7(115)), 21–31. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.251189>
3. Gameliak, I., Dmytrychenko, A., Tsybul'skyi, V., Kharchenko, A., & Hustieliev O. (2022). Research of strength and condition of cement-concrete pavement on bridges by non-destructive methods. *Strength of Materials and Theory of Structures*, No. 108 (2022), 243-254. DOI: <https://doi.org/10.32347/2410-2547.2022.108.243-254>