

РОЛЬ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ВИМІРЮВАНЬ ПРИ ОБСТЕЖЕННЯХ МОСТІВ

*Васильєв Д.О. ДМ-41-18, Бабіч І.Р. ДМ-36т1-19
Науковий керівник: к.т.н., доцент Безбабічева О.І.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

В будь-яких випадках реконструкції, підсилення або відновлення мостів потрібні достовірні дані щодо фізико – механічних характеристик існуючих конструкцій: прогонів та опор. Від достовірності показників, що характеризують стан елементів, залежать обсяги робіт з відновлення та їх доцільність. Для запобігання в подальшому ризиків від помилкових інженерно-технологічних рішень, застосовують сучасні прилади - геодезичні, неруйнівного контролю, радары та ін.

На даний час є велика кількість сучасних методів і засобів моніторингу і діагностики мостів, за допомогою яких можна визначити головні показники стану мостової споруди і провести аналіз фактичного стану конструкцій. Наприклад, доцільними є:

- Інструментальне вимірювання конструкцій;
- Дослідження характеристик матеріалів;
- Виявлення карбонізації бетону;
- Визначення вмісту хлоридів в бетоні;
- Оцінка водо поглинання, питомої ваги бетону;
- Встановлення величини захисного шару та його дефекти;
- Визначення рівня корозії арматури;
- Отримання даних про міцність бетону;
- Виявлення силових тріщин в бетоні;
- Визначення напруженого стану металу і бетону;
- Визначення характеристик сталі ;
- Виявлення стану антикорозійного покриття металоконструкцій;

Деякі сучасні прилади для оцінки технічного стану мостів були рекомендовані Укравтодором ще у 2002р [1] (рис. 1-3).



Рисунок 1 – Обладнання „CL 2000” для визначення вмісту хлоридів



Рисунок 2 – Система „Torrent” для вимірювання водонепроникності бетону



Рисунок 3 – Прилад „Resi” для вимірювання ймовірності корозії арматури

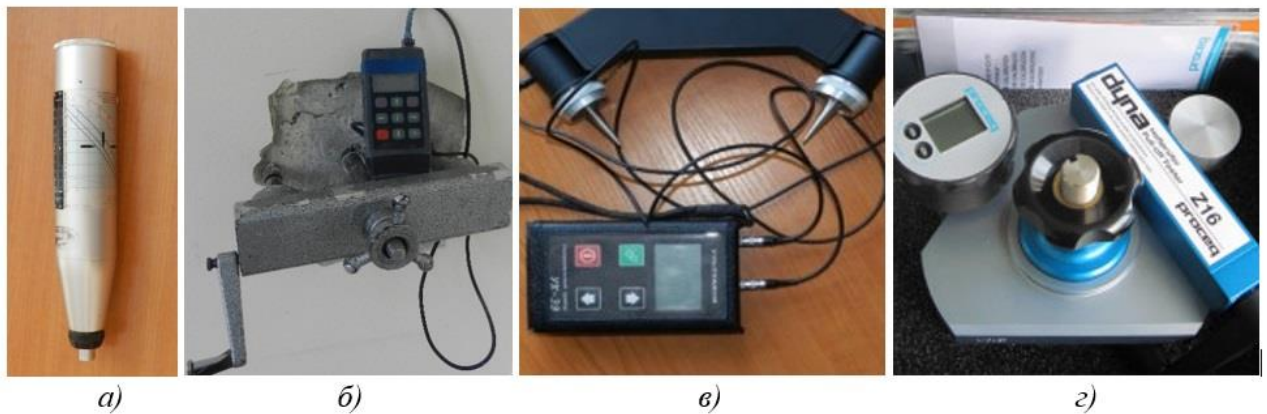
Поряд з дорогою технікою зарубіжного виробництва можливо застосовувати простіші методи та засоби, які виправдовували себе протягом багатьох років (рис. 4).



Рисунок 4 – Визначення водневого показника (рівня рН) простішими методами

Якщо виникає необхідність точного встановлення класу бетону залізобетонних конструкцій, дану задачу можна виконати виключно засобами неруйнівного контролю, за результатом досить складної вимірювальної

процедури, що складається з декількох етапів [2,3]. При цьому обстеження повинно проводитись в достатньо великій вибірці конструкцій, що має охоплювати означений в інструкції до приладу обсягу конструкцій та точок вимірювань. При цьому на споруду виїжджає лабораторія, що має відповідні сертифікати з приладами, які пройшли метрологічну перевірку і проводить визначення міцності бетону неруйнівними методами (прилади на рис. 5, *а, в, з*), і при цьому зовсім не застосовує прямих випробувань міцності. Дані випробувань, під час яких відбувається руйнування структури бетону (прилад на рис. 1, *б*), не слід без обґрунтування вважати достатньо достовірними.



а) молоток Шмідта (метод пружного відскоку); *б)* прилад методу відриву зі сколюванням;
в) прилад ультразвукового методу при поверхневому «прозвучуванні»; *з)* прилад методу відриву диску.

Рисунок 5 – Прилади методів неруйнівного контролю параметру міцності бетону на стиск [2]

Робота залізобетонних мостів супроводжується процесами корозії бетону, арматури в конструкціях. В залежності від умов експлуатації, міста розташування та властивості матеріалів, корозія з часом може призвести до втрати несучої здатності на суттєву її частку. За механізмом протікання корозійного процесу розрізняються основні види корозії: (хімічна, фізична і фізико-хімічна) [4,5].

Хімічна корозія бетону може бути трьох видів:

1. Розчинення складових частин цементного каменю. Це найбільш поширений вид корозійного руйнування бетону. Бетонні вироби експлуатуються в основному на відкритому повітрі. При цьому вони піддаються впливу атмосферних опадів та інших рідких середовищ. Складовою частиною бетону є гідрат окису кальцію – гашене вапно. Це самий легкорозчинний компонент, тому з часом він розчиняється і поступово виноситься, порушуючи при цьому структуру бетону.

2. Корозія бетону при взаємодії цементного каменю із кислотами, що містяться у воді. Під впливом кислот корозія бетону протікає або із збільшенням його об'єму, або з вимиванням легкорозчинних вапняних сполук.

3. Корозія бетону внаслідок утворення і кристалізації у порах важкорозчинних речовин. Що призводить до руйнування бетонних та залізобетонних конструкцій.

Для запобігання цим ризикам від погіршення внутрішнього фізико-хімічного та міцнісного стану, в багатьох країнах застосовують засоби первинного та вторинного захисту конструкцій [5].

Процеси спостереження або періодичних вимірювань параметрів, що характеризують фізичний та напружено-деформований стан елементів мосту під час будівництва або експлуатації, все частіше реалізується в практиці збереження мостів. Відновлення в цілому мостових споруд полягає в тому, щоб замінити прольоти або повністю споруду з розбиранням старих структур.

Реконструкція мостів виконується за спеціальним проектом для переведення мосту до вищої категорії і тому, під час реконструкції, як правило, зберігаються старі опори та працездатна частина прогонів. За розрахунками виконується проект організації робіт. Ремонт мосту частіше стає комплексом заходів, спрямованих на відновлення або посилення елементів мостів. Такі роботи виконуються також за окремо розробленим проектом. Перед виконанням будь-яких проектних розробок проводять інструментальні вимірювання на спорудах для кількісного оцінювання фізико-механічного

стану придатних елементів та для розрахунків засобів підсилення. Інструментальні вимірювання за програмами діагностики та моніторингу з кожним роком поповнюються новими приладами, які умовно можна розділити на:

1. Механічні прилади - для виконання окремих вимірювань через певні проміжки часу, наприклад, деформометри, струнні датчики тощо.
2. Електронні прилади – такі, що дозволяють безперервно фіксувати напругу впродовж заданого терміну. При підключенні комп'ютерно – вимірювальних системам оцінка проводиться на якісно вищому рівні.
3. Геодезичні методи та параметри, технологія GPRS.

Для видатних споруд у багатьох країнах світу розроблено програмне забезпечення, що дозволяє контролювати процес зведення (відновлення) споруд приладами комплексної дії. Вартість таких методів контролю є високою і доцільність застосування спеціально обґрунтовується.

При виконання вимірювань на висоті та при великої кількості недосяжних місць вимірювань необхідно використовувати спеціальну техніку (рис.6, 7), яка відрізняється:

- За типом платформи та її розмірами;
- За вантажопідйомністю;
- За діапазонами кутів обертання;
- За радіусами дії у різних напрямках;
- За рівнями зв'язку та комунікації з операторами та ін.

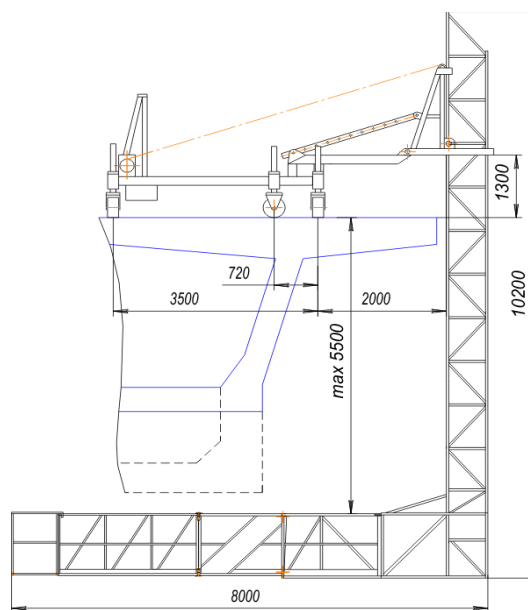


Рисунок 6 – Мостова платформа ПГММ7-ПУ, Білорусь



Рисунок 7 – Машина MBL-1750 T (Германія) для обстеження мостів,

В подальшому можливо розширення застосування квадрокоптерів (рис. 8) та їх удосконалення для проведення досліджень у важко доступних місцях [6].



Рисунок 8 – Використання квадрокоптерів з камерами для виявлення дефектів

Всі розглянуті засоби інструментальних вимірювань можемо вважати як ефективні та перспективні для визначення реальних характеристик мостових споруд, що підлягають відновленню.

Література:

1. Посібник до ДБН В.2.3-6-2002, „Мости та труби. Обстеження і випробування”. - К.: Укравтодор, 2005.–190с.
2. Неруйнівні методи визначення міцнісних властивостей бетону. Їх важливість та складнощі правильного застосування /Український інженерно-технічний центр.

<https://mb.expert/nerujnivni-metody-vyznachennya-micznisnyh-vlastyvostej-betonu-yih-vazhlyvist-ta-skladnoshhi-pravylnogo-zastosuvannya/>

3. Бугаевский С.А., Глушкова Д.Б., Шепик А.В. Новые методики — новые возможности в строительстве. *Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*, №. 64. 2014. С. 147-152.
4. Соломка В. І. Хімічна та біологічна корозія бетону і її наслідки для залізобетонних конструкцій мостів / В. І. Соломка // Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика. - 2013. - Вип. 4. - С. 107-112. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mttdp_2013_4_16.
5. Овчинникова Татьяна Сергеевна, Маринин Александр Николаевич, and Овчинников Игорь Георгиевич. "Коррозия и антикоррозионная защита железобетонных мостовых конструкций" *Вестник евразийской науки*, no. 5 (24), 2014, pp. 11.
6. Luke Yoder, Sebastian Scherer, "Autonomous Exploration for Infrastructure Modeling with a Micro Aerial Vehicle", *Field and Service Robotics*, June, 2015.