

ВИБІР НЕРУЙНІВНИХ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ЩОДО ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ГОЛОВНИХ БАЛОК МОСТУ ім. Є.О. ПАТОНА ЧЕРЕЗ р. ДНІПРО У м. КИЄВІ

Л.М. Лобанов, В.П. Дядін, Є.О. Давидов, В.А. Литвиненко

ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України. 03150, м. Київ, вул. Казимира Малевича 11. E-mail: davydov@paton.kiev.ua

Розглянуто питання вибору методів контролю для оцінки технічного стану головних поздовжніх балок мосту ім. Є.О. Патона. Коротко описані особливості об'єкта контролю і результати обстеження. Запропоновано якісний алгоритм обстеження великогабаритних будівельних металоконструкцій. Бібліогр. 7, рис. 10.

Ключові слова: міст ім. Є. О. Патона, головні балки, зварне з'єднання, корозія, неруйнівний контроль, технічна діагностика, обстеження металоконструкцій, автоматичне та напівавтоматичне зварювання, пошкодження зварних з'єднань

Автодорожній міст ім. Є.О. Патона через р. Дніпро є першим в світі суцільнозварним автодорожнім мостом, який отримав визнання Американської асоціації зварювання як видатна зварна споруда ХХ століття. На час його будівництва це був революційний прорив щодо використання розроблених технологій зварювання елементів мостових конструкцій замість клепаних з'єднань. До того часу всі спроби будівництва зварних мостів закінчувались невдачами. Основною причиною цих невдач були використання матеріалів, що застосовувались у клепаних конструкціях, та виникнення тріщин в зварних з'єднаннях як під час заводського та монтажного зварювання, так і під час експлуатації мостів [1]. Проведені в Інституті електрозварювання під керівництвом Є. О. Патона дослідження дозволили переглянути існуючі на той час підходи до зварних конструкцій в цілому та застосувати передові технології механізованого зварювання під шаром флюсу, які добре себе зарекомендували під час Другої світової війни на підприємствах, що виробляли корпуси броньових машин. Саме ці технології зварювання [1–3] були взяті за основу та застосовані під час виготовлення металевих конструкцій мосту ім. Є.О. Патона в заводських умовах, а також під час їх монтажу на будівельному майданчику, що дозволило отримати суттєві переваги перед існуючими на той час підходами до будівництва сталевих мостів (рис. 1, 2).

Міст складається з 24-х прогонових споруд та має загальну довжину 1542,2 м. Правобережна частина мосту має десять прогонів, які перекриті двома суцільнозварними 5-и прогоновими нерозрізними спорудами $5 \times 58 + 5 \times 58$ (м). Середня частина мосту, яка розташована над судноплавною

ділянкою річки, має шість прогонів, які перекриті трьома нерозрізними суцільнозварними спорудами $58 + 4 \times 87 + 58$ (м).

Лівобережна частина мосту складається з 8-ми прогонів по 58 м, яка перекрита двома 4-х прогоновими суцільнозварними нерозрізними спорудами $4 \times 58 + 4 \times 58$ (м).

У поперечному перерізі кожна споруда має чотири головні поздовжні балки двотаврового перетину, що складаються з вертикальної стінки висотою 3600 мм і товщиною 14 мм, і поясів різної товщини, яка змінюється від 30 до 80 мм, при ширині до 1000 мм. Стійкість стінки балки додатково забезпечується вертикальними ребрами, встановленими з кроком 7,25 м. У 6-ти прогонових спо-

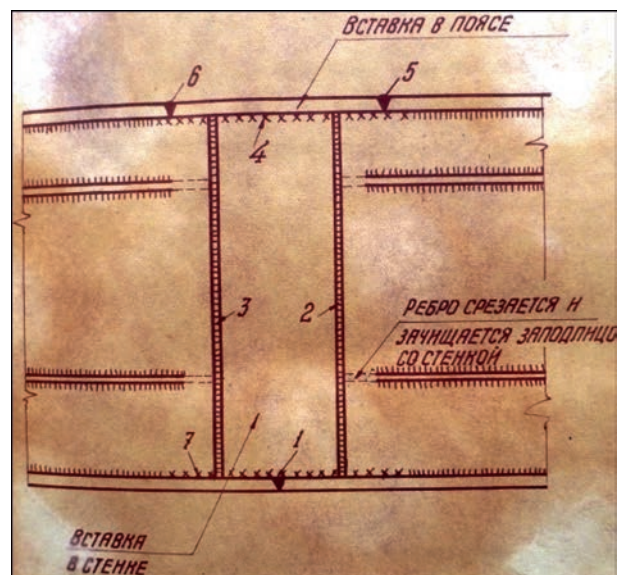


Рис. 1. Порядок монтажного складання та зварювання типових ферм мосту [2]



Рис. 2. Приклад збирання ферм головних балок з використанням автоматичного та напівавтоматичного зварювання [1]

рудах висота стінки над проміжними опорами за рахунок пристрою вутів збільшена до 6200 мм.

Головні поздовжні балки складаються з ферм, які під час монтажу металевих конструкцій зварені між собою в стик з використанням автоматичного зварювання під флюсом. Ферми виготовлені з низьковуглецевої сталі марки М16С.

Міст ім. Є.О. Патона через р. Дніпро у м. Києві було запроєктовано виходячи з умов, що проектна інтенсивність руху має складати 10 тис. автомобілів на добу. Наразі інтенсивність руху зросла практично в 10 разів разом із збільшенням ваги автомобілів. Збільшилися також і постійні навантаження на міст внаслідок прокладання труб теплотраси та укладки нового асфальтобетонного покриття. У зв'язку з цим у 1994–1998 рр., було виконано посилення поперечних балок мосту, які розташовані біля деформаційних швів, та встановлено додаткові ребра жорсткості на окремих ділянках вертикальних стінок ферм головних балок [4].

До 2018 р. головна увага при обстеженні технічного стану мосту приділялась дорожньому полотну, тротуарам, деформаційним швам, поперечним елементам і зв'язкам між головними балками [4, 5]. Що стосується основних несучих елементів мосту – головних поздовжніх балок, то їх обстеження виконувалось лише візуально без використання інструментальних та фізичних методів контролю, що не дозволяло отримати більш детальну інформацію фактичного технічного стану цих конструкцій. Лише у 2018 р. звернули увагу на те, що на стінках головних балок споруди в місцях розташування деформаційних швів відбулася значна корозія металу. За результатами досліджень, проведених ТОВ «Український інститут сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського» (м. Київ), було зроблено висновок, що міст ім. Є.О. Патона знаходиться в аварійно-

му стані та невідкладно потребує капітального ремонту з частковою заміною його конструктивних елементів. Зокрема, була акцентована увага на необхідності перевірки технічного стану головних поздовжніх металевих зварних балок з використанням сучасних неруйнівних методів контролю. Основну частину цієї роботи було покладено на фахівців Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України за виключенням візуального огляду, який проводили фахівці ТОВ «Український інститут сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського».

Враховуючі великий обсяг робіт, який потрібно було виконати при проведенні інструментального обстеження головних балок мосту, в першу чергу основна увага приділялась відбору необхідних методів неруйнівного контролю, які б дозволили більш оперативно провести оцінку технічного стану конструкцій.

Для вирішення цієї задачі на першому етапі робіт було виконано ретельний аналіз технічної документації, що стосується заводського виготовлення та з'єднання великогабаритних конструкцій з використанням автоматичного зварювання на монтажному майданчику. Необхідність цієї роботи в першу чергу була пов'язана з тим, що під час як заводського виготовлення конструкцій, так і їх монтажного з'єднання додатково вносилися зміни до вдосконалення технології зварювання, що було обумовлено особливостями збирання елементів в різних просторових положеннях та типами зварних з'єднань. Крім того, під час виготовлення та монтажу ферм було прийнято рішення не проводити усунення деяких дефектів в зварних з'єднаннях та в основному металі у зв'язку з їх незначними розмірами та мінімальним впливом на міцність конструкції. Обстеження зазначених конструкцій в процесі експлуатації не виконувалося.

На другому етапі було виконано аналіз результатів попередніх звітів обстеження мосту, зроблених фахівцями ТОВ «Український інститут сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського». Проведення цієї роботи пов'язано з тим, щоби звести позначення елементів конструкцій до загального виду та виявити можливі закономірності пошкодження мосту.

Враховуючи особливості виготовлення та додаткові навантаження на головні балки мосту, при обстеженні їх технічного стану робота виконувалася за наступними напрямками: вибірковий ультразвуковий контроль стикових заводських і монтажних зварних з'єднань балок; вибірковий ультразвуковий контроль основного металу елементів балок на наявність розшарувань; вибіркова товщинометрія основних елементів головних балок; вибірковий магнітний контроль кутових і

стикових зварних з'єднань. Вказані методи контролю застосовувалися в місцях, визначених за результатами візуального огляду.

Необхідність і достатність саме таких методів контролю було визначено за результатами попереднього обстеження головних поздовжніх балок моста, розташованих між 2-ю і 3-ю опорами, яке було виконано фахівцями Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України в липні 2019 р. На цьому етапі робіт було апробовано різні методи інструментального неруйнівного контролю. За основний критерій вибору методів контролю було визначено відносну простоту та оперативність їх застосування в місцях обмеженого доступу до елементів конструкції. Основною задачею застосованих методів було виявлення можливого корозійного та втомного пошкодження елементів поздовжніх балок за час експлуатації. Безпосередньо зазначені роботи було виконано у 2020 р.

Враховуючі загальну довжину заводських та монтажних зварних з'єднань (більше 110 км), вибірково ультразвуковий контроль стикових швів виконувався в місцях, визначених за результатами додаткового візуального огляду головних балок. Особлива увага приділялася місцям, в яких під час монтажу та виготовлення елементів ферм були виявлені дефекти [1, 2] в зварних з'єднаннях. Вибірковому обстеженню також підлягали зварні з'єднання, які розташовані в місцях максимальних напружень. На наш погляд, дослідження таких зварних з'єднань дозволяло відстежити динаміку можливого росту дефектів. В першу чергу це було пов'язано з тим, що у зв'язку з обмеженим фінансуванням такі роботи неможливо було виконати в повному обсязі. Всього було проконтрольовано 150 м зварних стикових з'єднань, 50 % з яких склали монтажні шви, якими через вставки з'єднувалися між собою ферми (рис. 3, 4).

Результати ультразвукового контролю монтажних і заводських зварних швів прогнорних споруд свідчать про те, що зварні з'єднання головних балок знаходяться у задовільному стані. Навіть ті дефекти, що були виявлені ще на етапі будівництва мосту, в процесі тривалої експлуатації не мали подальшого розвитку (рис. 5).

З використанням ультразвукового контролю вибірково було також перевірено суцільність основного металу головних балок. Необхідність проведення такого методу неруйнівного контролю пов'язана з тим, що, як свідчать результати звіту з будівництва мосту, при виготовленні ферм головних поздовжніх балок у ряді випадків фіксувалися локальні місця з розшаруванням в металі горизонтальних ребер жорсткості. Якщо розшарування не доходили до зварних з'єднань, такі ділянки не ремонтувалися. Для оцінки розшарування металу

в місцях розташування Т- та Х-подібних зварних з'єднань було вибірково проконтрольовано 7 м² поверхні елементів. Контролювали ділянки основного металу різної товщини, які безпосередньо примикають до зварних з'єднань та в яких під



Рис. 3. Контроль стикових вертикальних швів з'єднувальної вставки



Рис. 4. Контроль стикового шва у верхньому поясі з'єднувальної вставки

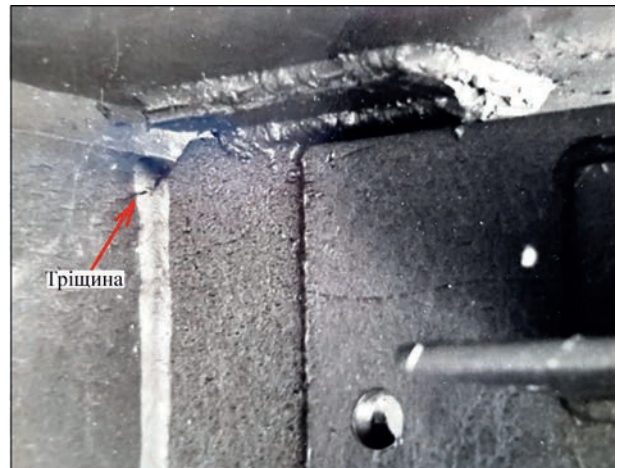


Рис. 5. Приклад дефекту, який було залишено при монтажі біля 12-ї опори (в подальшому кінці тріщини було засвердлено) [2]

час монтажу було виявлено розшарування. Крім того, на ділянках проведення УЗК поверхні введення ультразвуку піддавалися контролю на наявність внутрішніх розшарувань.

Результати такого контролю показали, що в жодній з проконтрольованих ділянок поширення розшарування на інші ділянки та його вихід на зовнішні поверхні не виявлено. Слід зазначити, що при проектуванні горизонтальних ребер жорсткості було передбачено їх приварювання до вертикальної стінки ферми без повного проплавлення. Це дозволило значно зменшити залишкові напруження у напрямку товщини металу та за рахунок цього суттєво знизити ризик розвитку даного дефекту металу.

Необхідність достовірної оцінки стану і можливості безпечної експлуатації мостових конструкцій і в цілому моста визначило вибір магнітного контролю (МК). Відомо, що магнітний контроль дозволяє виявляти поверхневі та підповерхневі тріщиноподібні дефекти, що, власне, і є основною метою обстеження – виявлення втомних тріщин. Всі мостові конструкції працюють динамічно або в умовах циклічних навантажень. Наявність циклічних навантажень з часом неминуче призводить до утворення втомних тріщин в найбільш навантажених місцях. Систематична поява втомних тріщин (в схожих за конструкцією і експлуатаційним навантаженням вузлах) свідчить про вичерпання ресурсу циклічної міцності та необхідності спеціального розгляду цієї проблеми. Тому дані магнітного контролю мають велике значення для правильної оцінки поточного стану мостових конструкцій. Також важливі і експлуатаційні можливості магнітного контролю – помірні вимоги до підготовки поверхні і прийнятна вартість робіт. В різних місцях прогонових споруд МК було проконтрольовано 124 ділянки зварних з'єднань загальною площею 40,0 м². Результати контролю вносились в робочі карти контролю, які були прив'язані до номерів ферм, з яких виготовлена повздовжня балка, та номерів опор, між якими вона знаходиться. За результатами цих досліджень було встановлено, що в процесі тривалої експлуатації тріщини втоми в зварних з'єднаннях металевих конструкцій головних балок не утворилися і вони знаходяться в задовільному стані.

Враховуючи велике скупчення сміття на головних балках, значна увага при їх обстеженні приділялась оцінці ступеня корозійного ураження (пояс, стінка, горизонтальні та вертикальні ребра жорсткості, які посилюють накладки поясів, опорні ребра та ін.) та виявити основні чинники, які сприяли розвитку корозії. Беручи до уваги значну довжину головних балок, товщинометрія зазначених елементів конструкції виконувалася шляхом

вибіркового вимірювання з урахуванням стану конструкцій за даними візуального огляду.

Для виявлення найбільш характерних ушкоджень елементів головних балок і супутніх їм факторів при обстеженні прогонових споруд інструментальними методами контролю кількість вимірювань на крайніх балках (№№ 1, 4) була більш щільною, ніж на балках №№ 2 та 3, що було викликано великим скупченням сміття на крайніх балках споруди та обмеженим доступом до елементів контролю зі зворотного боку конструкції (рис. 6, 7), а також необхідністю розуміння характеру ураження, виявлення ділянок з системними проблемами від тривалої експлуатації. Отриманий досвід і знання особливостей руйнування зазначених конструкцій дозволили більш раціонально скоригувати план подальшого обстеження.

Під час вимірювання товщини додатково відстежувалася наявність можливих розшарувань основного металу в вузлових з'єднаннях в області при-



Рис. 6. Приклад скупчення сміття на крайній балці № 4 першої п'ятипрогонної споруди мосту



Рис. 7. Приклад скупчення сміття на кінцях прогонових споруд у зоні деформаційного шва

варювання горизонтальних і вертикальних ребер жорсткості до стінок балки. Місця, де були виявлені розшарування в металі та неметалічні включення, фіксувалися на робочих картах контролю. Надалі за результатами загального аналізу вибиралися

ділянки, де виконувався більш детальний контроль з метою визначення характеру виявлених несутцільностей: металургійне походження або внаслідок розриву через зварювальні напруги та циклічні навантаження від роботи мосту. При вибірковому контролі товщини елементів ферм в місцях скупчення сміття було виконано більше 12,6 тис. вимірювань. Всього під час контролю товщини елементів головних поздовжніх балок прогонових споруд було виконано більше 17 тис. вимірювань. За результатами контролю товщини були побудовані робочі карти контролю (168 карт ферм). Найбільш типові приклади корозійних ушкоджень зварних вузлів головних балок мосту наведено на рис. 8.

Типові пошкодження головних балок прогонових споруд надані у вигляді фрагмента робочої карти контролю на рис. 9. На карті контролю застосовано наступні умовні позначення: Ф – ферма; ділянки, на яких втрата металу від корозії знаходиться в межах 2...4 мм – жовтий колір, а у разі більше за 4 мм – червоний. Цифра зверху над кольором означає приблизну довжину відповідної зони вздовж ферми. Окремий квадрат жовтий або червоний відповідає довжині приблизно 100 мм. Якщо зона відокремлюється конструктивними елементами, наприклад, вертикальними ребрами або зварними з'єднаннями листів, тоді цифра над кольором не позначена. Неметалеві включення – зелений колір. Границі ферм позначені синім кольором. Рухома та нерухома опори відповідно – \circ 22 Δ 23. У квадратних дужках надані номери фо-

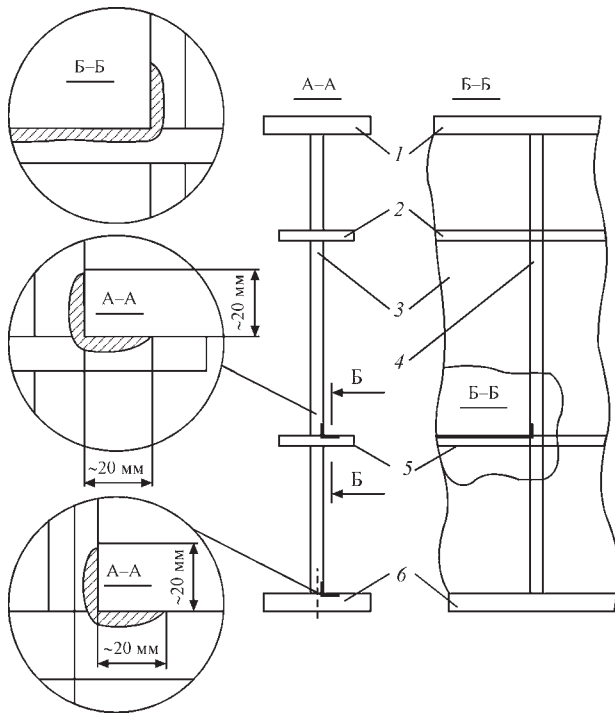


Рис. 8. Типове корозійне пошкодження зварних з'єднань елементів ферм головних балок: 1 – верхня полка; 2 – верхнє горизонтальне ребро; 3 – стінка; 4 – вертикальне ребро; 5 – нижнє вертикальне ребро; 6 – нижня полка

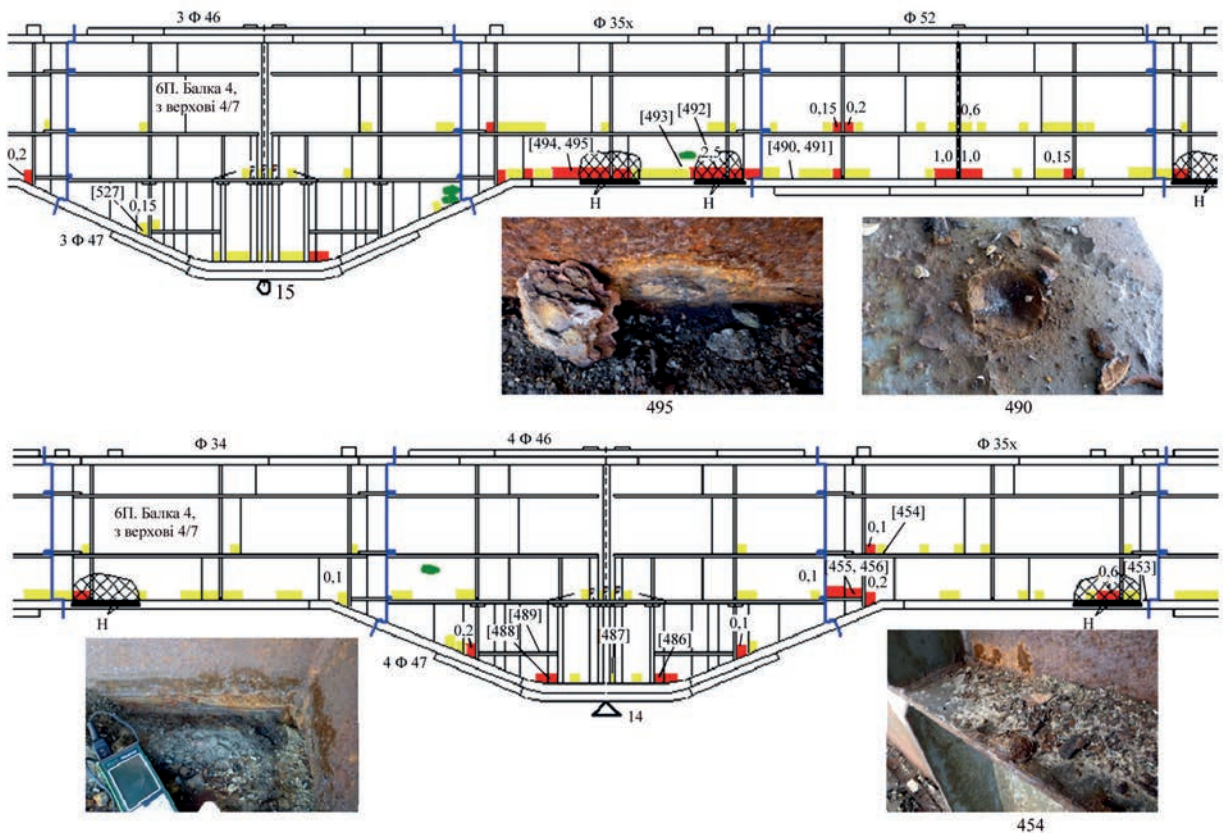


Рис. 9. Фрагмент зведених результатів контролю елементів балки № 4, розташованої між 13 та 15 опорою



Рис. 10. Рухомі оптико-електронні пристрої запису інформації

тографій деяких ділянок. Місця, де не проводився вибірковий контроль, позначені пунктирним перехрестям. Чорним кольором нанесені дефекти згідно з даними ТОВ «Український інститут сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського», які були наведені в звіті, складеному за результатами обстеження мосту в 2018 р.

За результатами виконаних вимірювань товщини та проведеного аналізу було визначено, що металеві конструкції головних балок зазнали значних корозійних ушкоджень. За рахунок корозії товщина металу в елементах конструкції, а саме в нижніх поясах, нижніх горизонтальних ребрах та в нижній частині стінок головних балок суттєво зменшилася. Найбільші ураження спостерігаються в фермах Ф10 та Ф15 головної балки № 1 та фермах Ф1 і Ф3 головної балки № 4. В цих фермах значні корозійні ураження потребують невідкладного ремонту. Більш детальну інформацію стосовно проведеного обстеження наведено в [6, 7].

Що стосується візуально-вимірювального огляду повздожніх головних балок мосту, то крім традиційного способу, фахівцями Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України було додатково апробовано автоматизовану систему та апаратуру для візуального контролю зварних швів. Основна мета застосування розробленого в ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України рухомого оптико-електронного пристрою, обладнаного засобами запису інформації, полягала в зменшенні залежності від людського фактору і об'єктивізації результатів контролю (рис. 10). Всі дані, що записуються під час сканування, зберігаються в пам'яті пристрою та доступні для подальшого додаткового аналізу та архівування.

Підсумовуючи результати обстеження головних балок мосту ім. Є.О. Патона через р. Дніпро у м. Києві, слід зробити ряд узагальнень. Обстеження великогабаритних металевих конструкцій, які перебувають в експлуатації, з точки зору проведення технічного обстеження, мають ряд схожих особливостей:

- великий обсяг вузлів, кожен з яких вимагає достовірної оцінки;
- відсутність безпосереднього доступу до ряду вузлів;
- необхідність мінімізації плану обстеження через практичну обмеженість ресурсів.

Висновки

Достовірна оцінка таких конструкцій, як міст ім. Є.О. Патона через р. Дніпро у м. Києві, є нетривіальною технічною проблемою. Коротко сформулюємо основні принципи, на яких базувалася стратегія даного обстеження, і яка, на наш погляд, може бути корисна для оцінки подібних конструкцій:

1. Ретельний попередній аналіз конструкції та умов її роботи. Бажано створення кількісної моделі для виконання розрахункового аналізу з метою визначення найбільш навантажених елементів і силового впливу на конструкцію в цілому, виходячи з конструкційних і експлуатаційних особливостей виявлення ділянок, схильних до корозійного ураження (застійні зони, вплив агресивних середовищ та ін.).

2. На основі висновків за пунктом 1 визначають критичні вузли або елементи конструкції, які піддаються найбільшим впливам, наприклад, механічним напруженням, і особливо вузли з циклічним характером навантаження.

3. Попередній вибір методів контролю. Вирішується питання, чи включаються ті методи контролю, які за своїми характеристиками і особливостями застосування придатні для виявлення передбачуваних експлуатаційних дефектів. Вибір методів контролю має бути пов'язаний з особливостями експлуатації конструкції, її станом та характерним пошкодженням. У нашому випадку найбільш ймовірні експлуатаційні дефекти – це тріщина втоми та виразкова корозія. Виявлення виразкової корозії зазвичай не представляє труднощів на відміну від тріщини втоми.

4. Ретельне обстеження відносно невеликої частини від загального обсягу типових вузлів конструкції. Основний наголос при проведенні обстеження роблять на критичні вузли. Обстеження виконуються з метою адаптації обраних методів контролю та оцінки їх ефективності по відношенню до конкретних умов та особливостей обстежуваної металоконструкції.

5. Аналіз результатів обстеження за пунктом 4 і відбір найбільш раціональних методів контролю та обсягів контролю будь-яким способом. Тріщина втоми може бути виявлена різними методами (як правило, найбільше для цього придатні ультразвуковий, магнітний, капілярний методи контролю і в меншій мірі рентгенівський, вихрострумний методи). Вибір найбільш раціональних методів і розподіл обсягів обстеження між ними розумно виконати після проведення адаптації цих методів і аналізу їх результатів на відносно невеликій частині від загального обсягу контролю металоконструкції. При цьому вкрай корисно мати в арсеналі якомога більше робочих методів контролю. У деяких принципових випадках така можливість дозволяє робити більш достовірні судження щодо етимології походження дефектів і їх геометричних розмірів.

6. Проведення обстеження. Слід проводити перманентний аналіз виявлення несучільностей та поточного стану конструкцій, а у разі виявлення несподіваних експлуатаційних дефектів бути готовим коригувати план обстеження.

7. Якщо в результаті обстеження будуть виявлені небезпечні експлуатаційні дефекти, то

з'явиться об'єктивна вимога щодо проведення більш об'ємного обстеження.

Список літератури

1. (1953) *Отчет о заводском изготовлении элементов пролетных строений Киевского городского моста на заводе им. Молотова в г. Днепропетровске*. Киев, Библиотека ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ.
2. (1953) *Отчет по теме «Монтажная сварка пролетных строений Киевского городского моста им. Е.О. Патона НАН УССР через р. Днепр»*. Киев.
3. Лобанов Л.М., Кирьян В.И., Шумицкий О.И. (2003). Пятьдесят лет мосту им. Е.О. Патона. *Автоматическая сварка*, **10–11**, 14–22.
4. Шимановський О.В., Котлубей Д.О., Шалінський В.В. (2018) Міст ім. Є.О. Патона – нинішній стан та перспективи. *Промислове будівництво та інженерні споруди*, **1**, 2–9.
5. Шимановський О.В., Котлубей Д.О., Шалінський В.В. (2018) Аварійна ситуація на мосту ім. Є.О. Патона та заходи щодо її вирішення. *Там само*, **4**, 30–33.
6. Позняков В.Д., Дядін В.П., Давидов Є.О., Дмитрієнко Р.І. (2021) Технічний стан металевих конструкцій головних балок моста ім. Є.О. Патона через р. Дніпро у м. Києві. *Там само*, **1**, 9–17.
7. Позняков В.Д., Дядін В.П., Давидов Є.О., Дмитрієнко Р.І. (2021) Оцінка пошкодженості суцільнозварних поздовжніх головних балок мосту ім. Є.О. Патона через р. Дніпро. *Автоматичне зварювання*, **7**, 33–41. <https://doi.org/10.37434/as2021.07.06>

References

1. (1953) *Report on prefabrication of span structure elements of Kiev city bridge in Dnepropetrovsk on Molotov plant*. Kiev, PWI library [in Russian].
2. (1953) *Report on subject: Welding in site of span structures of Kiev city E.O.Paton bridge of AS Ukr.SSR across the Dniepr river*. Kiev [in Russian].
3. Lobanov, L.M., Kirian, V.I., Shumitsky, O.I. (2003) Fifty years of the E.O.Paton bridge. *The Paton Welding J.*, **10–11**, 12–20.
4. Shimanovskyi, O.V., Kotlubei, D.O., Shalinskyi, V.V. (2018) E.O. Paton bridge – state-of-the art and prospects. *Promyslove Budivnytstvo ta Inzhenerni Sporudy*, **1**, 2–9 [in Ukrainian].
5. Shimanovskyi, O.V., Kotlubei, D.O., Shalinskyi, V.V. (2018) Emergency situation on E.O.Paton bridge and measures for its solution. *Ibid.*, **4**, 30–33 [in Ukrainian].
6. Poznyakov, V.D., Dyadin, V.P., Davydov, Ye.O., Dmytrienko, R.I. (2021) Technical state of metal structures of main beams of the E.O. Paton bridge across the Dnipro river in Kiev. *Ibid.*, **1**, 9–17 [in Ukrainian].
7. Poznyakov, V.D., Dyadin, V.P., Davydov, Ye.O., Dmytrienko, R.I. (2021) Evaluation of damage of all-welded longitudinal main beams of the E.O. Paton bridge across the Dnipro river. *The Paton Welding J.*, **7**, 30–38. <https://doi.org/10.37434/as2021.07.06>

SELECTION OF NONDESTRUCTIVE TESTING METHODS FOR EVALUATION OF THE TECHNICAL CONDITION OF METAL STRUCTURES OF THE MAIN BEAMS OF E.O. PATON BRIDGE ACROSS THE DNIPRO IN KYIV

L.M. Lobanov, V.P. Dyadin, E.O. Davydov, V.A. Lytvynenko

E.O. Paton Electric Welding Institute of NASU. 11 Kazymyr Malevych Str., 03150, Kyiv, Ukraine. E-mail: davydov@paton.kiev.ua

The problem of selection of testing methods for assessment of the technical condition of the main longitudinal beams of the E.O. Paton Bridge was considered. Special features of the object of control and examination results are briefly described. A qualitative algorithm is proposed for examination of large-sized building metal structures. 7 Ref., 10 Fig.

Keywords: E.O. Paton Bridge, main beams, welded joint, corrosion, nondestructive testing, technical diagnostics, examination of metal structures, automatic and semiautomatic welding, welded joint damage

Надійшла до редакції 20.10.2021