

О.І. ВАЛОВОЙ, канд. техн. наук, проф., О.М. ГРИЦАСНКО, асистент,
Д.В. ПОПРУГА, канд. техн. наук, доц., Криворізький національний університет

ТЕХНІЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ЗАЛІЗОБЕТОННОГО БАЛОЧНО-РОЗРІЗНОГО ПІШОХІДНОГО МОСТУ

Мета роботи – оцінка технічного стану конструкцій споруди пішохідного мосту, який розташований на території цеху РХО ПАТ «Металургійний комбінат «Азовсталь»» у місті Маріуполь Донецької області, і розробка рекомендацій для виконання проекту на ремонтно-відновлювальні роботи з подовження терміну безпечної експлуатації споруди.

Методи. Обстеження виконано візуально-інструментальним методом, на основі матеріалів та креслень проектно-ї документації, наданих замовником [1], згідно вимог нормативних документів [3-8], з розробкою та оформленням креслень на ремонтно-відновлювальні роботи.

Практична значимість і результати. Виконане обстеження технічного стану балочно-розрізного пішохідного мосту та аналіз отриманих даних, надали змогу визначити існуючий стан, як окремих конструктивних елементів, так і всієї споруди в цілому, як складної технічної системи.

Основні несприятливі фактори, що впливають на несучу здатність, довговічність та експлуатаційну придатність несучих елементів: неналежне водовідведення з мостового полотна, зниження функціональності гідроізоляції та шарів покриття, руйнування зон деформаційних швів мають домінуючий вплив на стан споруди. Замокання несучих конструкцій призвело до появи деформацій та пошкоджень, що визначені в звіті обстеження споруди.

Взаємодія окремих елементів споруди та факторів, що впливають на її функціонування (кліматичні, експлуатаційні тощо), має складний механізм. Найменш довговічні елементи з часом суттєво знижують термін служби несучих конструкцій та всієї споруди, що повинно враховуватись на етапі проектування та під час експлуатації.

Технічне обстеження споруд надає можливість своєчасно виявляти дефекти і пошкодження, врахувати їх вплив та розробляти ремонтно-відновлювальні заходи для проведення подальших поточних і капітальних ремонтів.

Результати проведених досліджень є типовими для аналогічних споруд. Рекомендовано використовувати їх при обстеженні та прийнятті проектних технічних рішень на відновлення технічного стану балочно-розрізних пішохідних мостів.

Ключові слова: пішохідний міст, технічне обстеження, дефекти, пошкодження, підсилення, технічний стан, торкретування, вуглецеве полотно.

doi: 10.31721/2306-5435-2019-1-105-149-154

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Мости - складна інженерна система 4-5 категорії складності та небезпеки [3], відносяться до найважливіших споруд інфраструктури та мають велике значення для функціонування логістичних зв'язків і економічного розвитку. Мостова споруда експлуатується на протязі багатьох десятиріч, неуважне ставлення до її безпечної експлуатації спричиняє появу різних дефектів і пошкоджень в конструктивних елементах споруди, які становлять загрозу та порушують безпечну експлуатацію або провокують аварійну ситуацію. Регулярний моніторинг та періодичні обстеження мостових споруд зводять до мінімуму витрати на можливі подальші ремонти та реконструкцію.

Оцінка технічного стану споруди є підсумковим етапом робіт із обстеження споруди і виконується на підставі аналізу всіх отриманих даних. Кожний висновок про характеристику технічного стану споруди і окремих елементів повинен бути аргументованим і мати посилання на дані, що наведені в технічному звіті.

За результатами інструментальної зйомки виконується аналіз розвитку залишкових деформацій елементів споруди, робляться висновки про стійкість споруди, наявність прихованих дефектів, зниження несучої здатності, втрату інших експлуатаційних характеристик [6].

Об'єктом дослідження є споруда пішохідного мосту через горловину станції «Прокат» від прохідних УКБ до АПК-2 стану 3600, який розташований на території цеху РХО ПАТ «Металургійний комбінат «Азовсталь»» у місті Маріуполь Донецької області (рис. 1). Споруда перетинає внутрішньозаводські залізничні шляхи (в осях 2-5), автодорогу (в осях 7-8), технологічні трубопроводи, територію заводу. Міст запроектований зі збірних з/б конструкцій по типовому проекту пішохідних мостів у 1972 р. і зведений в 1973 р.

У 1999 р. проведено реконструкцію мосту – демонтовано залізобетонні сходи і сходів майданчики та замінені на металеві конструкції згідно креслень ПКВ ПАТ «МК АЗОВСТАЛЬ» 046073-КМЛ-2.

Постановка задачі. Оцінка технічного стану конструкцій споруди пішохідного мосту, робота рекомендацій для виконання проекту на ремонтно-відновлювальні роботи з подовження терміну безпечної експлуатації мосту.

Викладення матеріалу та результати. Міст призначено для безпечного перетину пішоходами ділянок заводської території і розрахований на корисне навантаження від пішоходів 400 кгс/м². Статична конструктивна система мосту – балочно-розрізна. Міст в повздовжньому напрямку 5-ти прогонний з двома прогонами сходів, має монолітну з/б вставку, що з'єднує споруду під кутом 156°39'. Поздовжня схема – 17,88+2×11,88+2×12,1м.

Поперечна схема – дві збірні Т-подібного перерізу залізобетонні діафрагмові балки. Підмостові габарити: над залізничною колією – 7,97 м, над автодорогою – 4,79 м. Довжина мосту 88,6 м, максимальна висота – 8,87 м, ширина – 3,2 м. Опори мосту – з/б прямокутні стійки, розташовані в один ряд, зі збільшеною опорною частиною (капітеллю), нижня частина опор – монолітні з/б елементи в формі паралелепіпеду, фундаменти – збірні залізобетонні. Покриття пішохідного мосту асфальтове, тип водовідведення з пішохідної частини неорганізований, огороження мосту металеве перильне.

Прольотні конструкції - дві збірні залізобетонні діафрагмові балки Т-подібного перерізу, з'єднані між собою металевими планками та діафрагмами, що встановлені в кінцях 12-ти метрових балок і додатковою діафрагмою в середині прогону для балок довжиною 18 м. Основні геометричні характеристики балок наступні: довжина – 12 м (в осях 4-5, 6-7, 7-8, 8-9) і 18 м (в осях 3-4), ширина ділянок: плитної – 1600 мм та ребристої – 400 мм; висота – 900 мм (в осях 3-4, 4-5, 6-7, 8-9) і 600 мм (в осях 7-8). Для виготовлення прольотних конструкцій використано бетон марки 400. Розрахунковий опір по групі А, як для бетонів виготовлених в заводських умовах. Сталева попередньо напружена арматура – проволочка діаметром 5 мм по ГОСТ 7348-55. Натягування арматурних пучків передбачене при досягненні 80% проектною міцності бетонних блоків. Робоча арматура плити та частково балок – сталь гарячекатана періодичного профілю. Інша арматура (розподільна, конструктивна) – сталь кругла класу А-III.

Опори – збірні залізобетонні, запроектовані по типовому проекту Гипротрансмост, Главтранспроєкт інв. № 247/1 та № 247/2, серія ЖК-10407. Сійки перерізом 600×400 мм. Капітелі – 900×2200 мм, товщина в середині перерізу – 350 мм, по краях – 200 мм. Фундамент сійки – збірний залізобетонний на природній основі. Нижня частина опор – монолітні залізобетонні елементи в формі паралелепіпеду.

Тип мостового полотна – відкритий. Покриття – асфальтове, товщиною 30 мм. Тип водовідведення з пішохідної частини неорганізований. Огороження мосту суцільне металеве, перильне, висотою 1,2 м, сійки закріплені до закладних деталей зв'язів балок. Міст обладнано опорами електроосвітлення.

В осях 5-6 знаходиться монолітна залізобетонна плита, виготовлена за кресленнями серії Ж 27590-7 Укргіпромеза. Розмір плити 3200×1360 мм (2765 мм – в широкій частині), товщина 150 мм, кут перелому плити в плані – 156°39' (під кутом 23°21' до повздовжньої осі симетрії мосту). Армуння нижньої зони – арматура Ø 12 мм класу А-III з кроком 150 мм, армуння верхньої зони – Ø 8 мм класу А-I з кроком 150 мм.

Підходи до мосту, підмостова зона.

Підхід з боку АПК-2 стану 3600 в осях 1-3 – металеві сходи висотою 9,19 м (з позн. +21,610 до позн. +30,800). Сходові марші – металеві косоури із двотавру №45, сходи виконані із рифленої сталі товщиною 6 мм по проекту ПКВ ПАТ «МК АЗОВСТАЛЬ» 046073-КМЛ-2. На позн. +25,700 по осі 2 розташована проміжна опора.

Підхід з боку прохідних УКБ по осі 9 розташований в рівень з позначкою пішохідної дороги (на позн. +30,800).

Конструкція огорожі мосту – серія ЖК-10407, КИ13/231-104. Елементи огорожі виготовлені із прокатного профілю – кутика.

В результаті обстеження технічного стану елементів і несучих конструкцій споруди пішохідного мосту складено звіт [2]. Обстеження виконано візуально-інструментальним методом, на основі матеріалів та креслень проектною документації, наданих замовником [1], згідно вимог

нормативних документів [3-8], з розробкою та оформленням креслень на ремонтно-відновлювальні роботи.

Згідно вимог [3] споруда мосту по класу відповідальності за наслідками відноситься до СС2, клас відповідальності споруди за вимогами – III (третій) [3].

Монтажна схема прогонових будов мосту

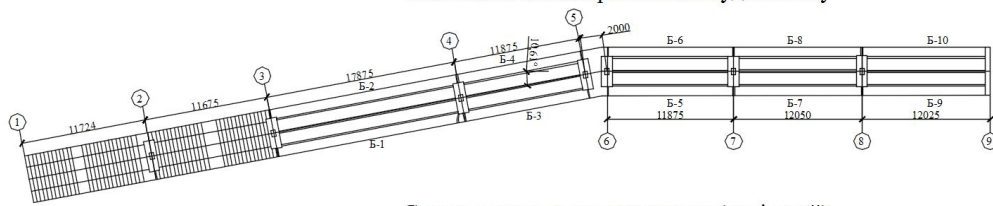


Схема опор та опорних частин (капітелей)

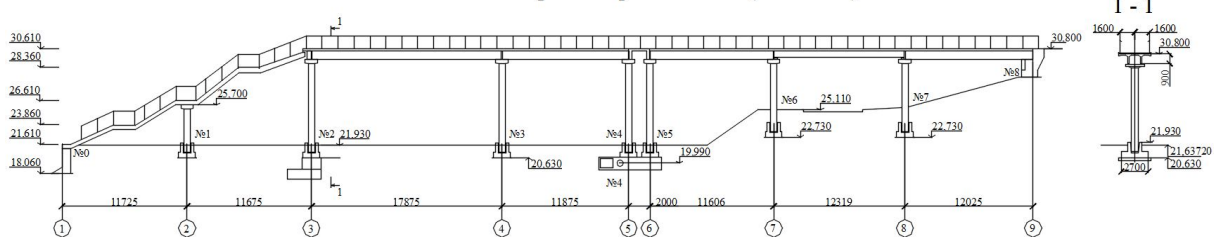


Рис. Схема пішохідного мосту

Під час обстеження встановлено.

По конструкціям прогонів:

у прогоні 3-4 біля осі 4 в балці Б-1 наскрізна тріщина на всю ширину полиці з шириною розкриття до 2 мм, а також сколювання бетону ребра на ділянці 10 см; з торця балки на ділянці 40 см відремонтована зруйнована полка (відновлено геометричні розміри);

руйнування захисного шару (сколювання) бетону: на опорній ділянці 0,1-0,2 м² ребра балок Б2, Б5, Б9; в полицях балок Б4, Б5, Б9 на ділянці 0,01-0,015 м² в місцях кріплення стійок огороження з оголенням та корозією арматури до 5%;

корозійна тріщина з шириною розкриття до 1 мм в ребрі низу полки балки Б-9 на ділянці до 1 м;

зазор деформаційного шву (ось 8) перевищує проектний розмір, його заповнення зруйновано, усі інші деформаційні шви заповнені бетоном;

на нижній поверхні полок балок конструкцій прогонів сліди намокання та висоли в місцях міжбалкового і деформаційних швів та зв'язів балок.

Технічний стан залізобетонних конструкцій прогонів – 3 (працездатний).

По опорам:

тріщини в нижній частині стійки опори №2 по осі 3 з шириною розкриття до 1 мм довжиною до 1 м, руйнування захисного шару бетону капітелі з оголенням та корозією арматури (зменшення перерізу) до 10%, розрив каркасу та обрив хомутів;

руйнування захисного шару бетону на всю висоту стійки і капітелі опор №2 по осі 3 та №3 по осі 4 з оголенням і корозією арматури (зменшення перерізу) 5-7%;

руйнування захисного шару бетону капітелей та частково стійок опор №4 по осі 5, №5 по осі 6, №6 по осі 7 на ділянках 0,05-2 м² з оголенням та корозією арматури (зменшення перерізу) 5-10%;

руйнування захисного шару бетону стійки опори №7 по осі 8 на ділянці 0,05 м² з оголенням та корозією арматури (зменшення перерізу) 2%;

руйнування захисного шару бетону опори №8 по осі 9 (нижньої частини опори) на боковій ділянці до 3 м² з оголенням та корозією арматури (зменшення перерізу) до 10%;

сліди намокання та висоли на поверхнях опорних конструкцій.

Технічний стан опор – 4 (обмежено працездатний).

По мостовій споруді:

в асфальтовому покритті мостового полотна прогонів 3-4, 4-5, 6-7, 8-9 повздовжні тріщини в зоні міжбалкових швів, хаотично розташовані повздовжні і поперечні тріщини, вибоїни глибиною 1-2 см площею до 0,01 м², руйнування кромки асфальтобетону в температурних швах та

на бічних сторонах прогонів площею 1-2,5 м², порушена герметичність усіх швів, якість гідроізоляції незадовільна;

відсутнє водовідведення з поверхні пішохідного полотна;

руйнування захисного шару нижньої поверхні монолітної плити на площі до 5 м² з оголенням та корозією арматури (зменшення перерізу) до 7%;

руйнування бетону верхнього ребра монолітної плити на ділянці 0,4 м в зоні кріплення стійки огороження з оголенням та корозією арматури (зменшення перерізу) до 2%;

сліди намочання та висолу на нижній поверхні монолітної плити;

порушена анкерівка стійок огороження в наслідок часткового руйнування ділянок бетону, в місцях їх з'єднання з конструкціями прогонів, а також монолітною плитою перекриття;

тріщини в зварних швах з'єднання стійок з кутиком обрамлення секцій огорожі;

вигин нижнього горизонтального елемента обрамлення огорожі в прогоні 6-7 зі зміщенням до 2 см з площі секції;

зміщення співосності закріплення верхнього горизонтального елемента обрамлення до стійки по осі 9;

зношено антикорозійне покриття та корозія металевих елементів огорожі;

система освітлення пішохідного мосту не працює, в осях 3-4 стовп освітлення закріплено до стійки перильної огорожі скруткою проволочки, зношене антикорозійне покриття та наявна корозія стовпів освітлення;

з 5 прокладених по мосту на підпорах трубопроводів 1 обірваний, зношено антикорозійне покриття та корозійне ушкодження нижньої частини на 8 стійках опор трубопроводу на 30-80% (зменшення перерізу).

По підходах до мосту, підмостовій зоні:

в асфальтовому покритті сходових майданчиків хаотично розташовані повздовжні та поперечні тріщини, вибоїни, наскрізні отвори, бугри в кінці косоурів, руйнування кромки асфальтобетону; зношено антикорозійне покриття, корозійне ушкодження (зменшення перерізу) до 10% металевих елементів сходових майданчиків.

Технічний стан підходів до мосту – 2 (обмежено справний).

Міцність бетону на стиск конструкцій прогонів та опор відповідає проектній документації [1].

Висновки та рекомендації. Аналізуючи результати обстеження, визначено найбільш пошкоджені конструктивні елементи й несприятливі фактори, що впливають на несучу здатність, довговічність та експлуатаційну придатність несучих елементів і всієї споруди взагалі: неналежне водовідведення з мостового полотна, зниження функціональності гідроізоляції та шарів покриття, руйнування зон деформаційних швів мають домінуючий вплив на стан споруди. Замочання несучих конструкцій призвело до появи деформацій та пошкоджень, що наведені в звіті обстеження споруди.

З метою відновлення несучої здатності, надійності та довговічності необхідно вжити наступні заходи [9-11]:

Першим етапом – з метою відновлення несучої здатності провести ремонтно-відновлювальні роботи за спеціально розробленим проектом:

виконати підсилення опорних капітелей стійок мосту по осям 3-8 жорсткими опорами з улаштуванням підкосів;

виконати підсилення опори (стійки) мосту по осі 3 залізобетонною обіймою.

Другим етапом – з метою відновлення надійності та довговічності, провести ремонтно-відновлювальні роботи:

відновити захисний шар бетону конструкцій прогонів методом нанесення готових ремонтних сумішей з полімерними домішками;

відновити захисний шар бетону опор (стійок) мосту по осям 4-8 методом вологого торкретування;

відновити захисний шар бетону капітелей по осям 3-8 методом вологого торкретування;

відновити захисний шар бетону бокової поверхні нижньої частини опор методом вологого торкретування;

відновити захисний шар бетону нижньої поверхні монолітної плити методом вологого торкретування;

здійснити ін'єктування наскрізних тріщин в полиці конструкцій прогонів в осях 3-4 епок-

сидними матеріалами та підсилити полку наклеюванням вуглецевого полотна;
очистити деформаційні шви від бетону та влаштувати їх герметизацію (укласти поліпропіленовий джгут-фіксатор і заповнити шви поліуретановим компаундом «Пенталак-ГПМ»);
виконати роботи по нанесенню захисного фарбування на поверхню капітелей (3 шари фарби Zontvifix F92);
виконати роботи по нанесенню захисного покриття на металеві конструкції підсилення капітелей, перильної огорожі та сходів (1 шар ґрунту ГФ 021, 2 шари фарби ПФ-115);
виконати роботи по влаштуванню антикорозійного протиковзного покриття шаблів сходів (2 шари Темакоут РМ 40);
виконати роботи по ремонту асфальтового покриття мостового полотна з влаштуванням поперечного ухилу, тріщини очистити та залити розчином поліуретан-бітумної мастики ISOFLEX-PU 560 BT, відновити покриття поверхні заливкою полімер-бетонного розчину на біополіуретані «Реактопласт-Пенталак» на всю висоту асфальтового покриття;
організувати відведення атмосферних опадів з мосту встановивши спеціальні лотки із модифікованої пластмаси для збирання і відведення води з тротуару за межі несучих елементів.

Виконання даних рекомендації дозволить відновити несучу здатність та продовжити термін нормальної експлуатації. Враховуючи вимоги ДБН В.2.3-6:2009 (періодичність планових обстежень - 5 років) та стан конструкцій опорних капітелей колон - 4 (обмежено працездатний), наступне обстеження провести після виконання ремонтно-відновлювальних робіт.

Виконане обстеження технічного стану балочно-розрізного пішохідного мосту та аналіз отриманих даних, надали змогу визначити існуючий стан, як окремих конструктивних елементів, так і всієї споруди, як складної технічної системи в цілому.

Взаємодія окремих елементів цієї системи та факторів, що впливають на її функціонування (кліматичні, експлуатаційні тощо), має складний механізм. Найменш довговічні елементи з часом суттєво знижують термін служби несучих конструкцій та всієї споруди, що повинно враховуватись на етапі проектування та під час експлуатації.

Технічне обстеження споруд надає можливість своєчасно виявляти дефекти і пошкодження, врахувати їх вплив та розробляти ремонтно-відновлювальні заходи для проведення подальших поточних і капітальних ремонтів.

Результати проведених досліджень є типовими для аналогічних споруд. Рекомендовано використовувати їх при обстеженні та прийнятті проектних технічних рішень на відновлення технічного стану балочно-розрізних пішохідних мостів.

Список літератури

1. Звіт про технічний стан за результатами обстеження № ЗТС-001-010-2012 Пішохідний міст через горловину станції Прокат від прохідної УКБа до АБК-2 стана 3600 (инв.№570), цех РХО, Донецька обл., м. Маріуполь, «ПрАТ МК «Азовсталь»: ТОВ «Донецька науково-дослідна будівельна компанія»: директор Данільченко В. Ф.; викон.: Кожанов А. П. [та ін.]. – Донецьк, 2012. – 32 с.
2. Звіт експертизи за результатами експертного обстеження № 19439299-09-14-015-2017 Пішохідний міст через горловину станції Прокат від прохідних УКБ до АПК-2 стану 3600. (инв. № 570). Цех РХО ПрАТ «Металургійний комбінат «АЗОВСТАЛЬ». ЧАО «НПДЦ» м. Кривий Ріг 2017 р. – 51 с.
3. ДБН В.1.2-14:2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 29 с.
4. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 44 с.
5. ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012. Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012 р. – 42 с.
6. ДБН В.2.3-6:2009. Мости і труби. Обстеження і випробування. К.: Мінрегіонбуд України, 2009 р. – 43 с.
7. ДБН В.2.3-22:2009. Мости і труби. Основні вимоги проектування. К.: Мінрегіонбуд України, 2009 р. – 52 с.
8. ДСТУ Б В.2.6-210:2016. Оцінка технічного стану сталевих будівельних конструкцій, що експлуатуються. К.: Мінрегіонбуд України, 2017 р. – 80 с.
9. **Валовой М.О.** Ефективні матеріали для підсилення залізобетонних конструкцій / **М.О. Валовой, Д.В. Попруга** // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. праць. – Рівне, 2008. – С. 7-13.
10. **Валовой О.І.** Особливості використання композитної арматури в згинальних бетонних елементах / **О.І. Валовой, Д.В. Попруга, К.В. Чорна** // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. – Луцьк: ЛНТУ, 2017. – Вип. 8. – С. 58-64.
11. **Попруга Д.В.** Використання склопластикової композитної арматури в згинальних елементах виготовлених з бетонів на відходах гірничо-збагачувальних комбінатів / **Д.В. Попруга, О.І. Валовой** // Вісник Криворізького національного університету. – Кривий Ріг: КНУ, 2017. – Вип. 44. – С. 147-150.

Рукопис подано до редакції 10.04.2019