

УДК 624.057.7.07

## **Сучасний технічний стан позакласних металевих мостів м. Києва**

**Шимановський О. В.**, член-кореспондент НАН України,  
заслужений діяч науки і техніки України, д-р техн. наук

Український інститут сталевих конструкцій імені В. М. Шимановського, Україна

**Анотація.** Предметом розгляду виступає технічний стан найбільш важливих позакласних металевих мостів м. Києва. Основну увагу в роботі приділено проведеним комплексним спеціальним обстеженням мостів і отриманим за підсумками цих обстежень результатам. Описано застосовані конструктивні рішення при проектуванні мостів, висвітлено загальні факти з історії їхньої експлуатації, в тому числі, щодо проведених обстежень, ремонтів та реконструкцій. Наведено детальний опис існуючих дефектів прогонових, опорних і допоміжних мостових конструкцій. Представлено результати аналізу вантажопідйомності, визначення остаточного ресурсу, експертної оцінки технічного стану, оцінки та прогнозування технічного стану мостів. Вказано експлуатаційні стани основних конструктивних елементів мостів та мостів у цілому. Надано рекомендації щодо проведення постійного моніторингу технічного стану, регламентних обстежень, ремонтів і реконструкцій мостів.

**Ключові слова:** позакласні мости, металеві конструкції, вантові системи, висячі системи, обстеження, технічний стан, дефекти.

### **1. Вступ**

У нормах [3] наведено класифікацію мостів за їхніми геометричними, структурними, конструктивними, розрахунковими та механічними параметрами. Згідно з цією класифікацією налічують усього декілька найпоширеніших класів мостів, у першу чергу: малі, середні та великі. А поза цим, в окремий клас виділено мости, які за своїми індивідуальними параметрами (як загальними, так і окремими) не підпадають під жоден із уже згаданих типів мостів із наданням цим мостам спеціальної назви – «позакласні». Таким чином, згідно з нормами [3], до позакласних відносять: мости з прогонами понад 100 м; залізничні мости завдовжки понад 300 м; автодорожні мости завдовжки понад 300 м із прогонами більш ніж 60 м; мости завдовжки понад 500 м із індивідуальними конструкціями прогонових будов та опор; мости зі складними статичними схемами різних систем суміщених мостів із їздою в одному або в різних рівнях; мости з розвідними прогонами. Беззаперечно, що мости перших трьох класів у кількісному обчисленні серед усіх існуючих українських мостів мають безперечну першість. Проте за своєю стратегічною, інфраструктурною, функціонально-логістичною й економічною значущістю, не кажучи вже про архітектурно-конструктивно-будівельні властивості та особливості, позакласні мости завжди заслужено перебували, перебувають і будуть перебувати на першому місці. Зрозумілим є також те, що подібні мости насамперед будуються

на важливих транспортних напрямках, які зазвичай територіально співпадають із найбільшими містами країни. І тому, з урахуванням наведених міркувань, не викликає подив той факт, що всі мости через р. Дніпро в межах м. Києва відносять до позакласних.

Всі київські мости мають достатньо великий час експлуатації. Тому їх технічний стан завжди привертає значну увагу, а особливо з огляду на сьогоденну насиченість транспортного потоку, який вони пропускають. З урахуванням цього важливого фактора зупинимось на характеризованні технічного стану деяких, найбільш важливих для м. Києва, позакласних мостів.

## **2. Міст імені Є. О. Патона**

Це – металевий суцільнозварний міст через р. Дніпро у м. Києві, що сполучає бульвар Дружби Народів із Русанівським та Березняківським жигловими масивами (рис. 1). Міст, збудований у 1953 р., являє собою перший у світі суцільнозварний міст, у якому реалізовано ідеї і розробки академіка Є. О. Патона. Проект моста провадився під загальним керівництвом Є. О. Патона за участю інженерів В. Труфякова, В. Шеверницького, В. Новикова, Г. Жемчужникова, С. Островської. Розроблення проекту виконало ТОВ «Укрінсталькон ім. В. М. Шимановського» (на той час Київське проектне бюро «Проектстальконструкція») за участю інженерів О. Шумицького, В. Кирієнка, І. Маракіна.

Усі металоелементи моста були виготовлені на Дніпропетровському заводі металоелементів ім. І. В. Бабушкіна, доставлені залізницею в Київ і змонтовані за допомогою зварювання безпосередньо на місці будівництва. При цьому автоматами і напівавтоматами було зварено 97 % швів, а під час монтажу було вперше в світі успішно застосовано спосіб зварювання з примусовим формуванням вертикальних монтажних швів.

Загальна довжина моста становить 1543,0 м (рис. 2, а). Ширина проїжджої частини між бордюрами складає 21,0 м, а тротуарів для пішоходів – 3,0 м. Міст був запроектований за нормами 1948 року на пропуск чотирьох колон автотранспорту по 3,375 м кожна (без урахування смуг безпеки) і двох смуг трамваю (наразі трамвайні колії демонтовано) загальною шириною трамвайного полотна 7,5 м (рис. 2, б).

Міст має прогони: у заплавної частині – 58,0 м, у судноплавній частині – 87,0 м і біля берегів – 17,1 м. Прогонові будови моста виконані суцільнозварними, балковими, нерозрізними і складаються з чотирьох головних балок, об'єднаних у поперечних перерізах в'язями з кутиків.

Розбивка на нерозрізні прогонові будови прийнята наступна:  
 $(4 \times 58) + (4 \times 58) + (58 + 4 \times 87 + 58) + (5 \times 58) + (5 \times 58) = 1508$  м.

Головні балки мають стінку заввишки 3600 мм (яка на опорах судноплавних прогонів збільшується прямолінійними вутами до 6100 мм) і виконані з вуглецевої сталі М16С, що за своїми характеристиками відповідає сталі ВСт3сп. Поперечні й поздовжні в'язі прийнято у вигляді наскрізних ферм із елементів кутикових профілів.

Вага всіх металевих конструкцій моста складає 10 тис. тон.

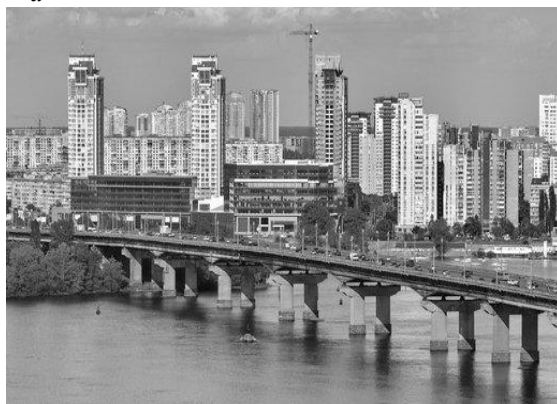
На жаль, останнім часом технічний стан моста ім. Є. О. Патона став стрімко погіршуватись, яскравим свідченням чого стало руйнування його поперечних балок над опорами № 1 і № 25 влітку – восени 2018 р. [1]. У зв'язку з цим наприкінці цього ж року було проведено нове спеціальне обстеження моста.



*a*



*б*



*в*

Рис. 1. Панорамний (*a*) і загальні (*б, в*) вигляди моста ім. Є. О. Патона

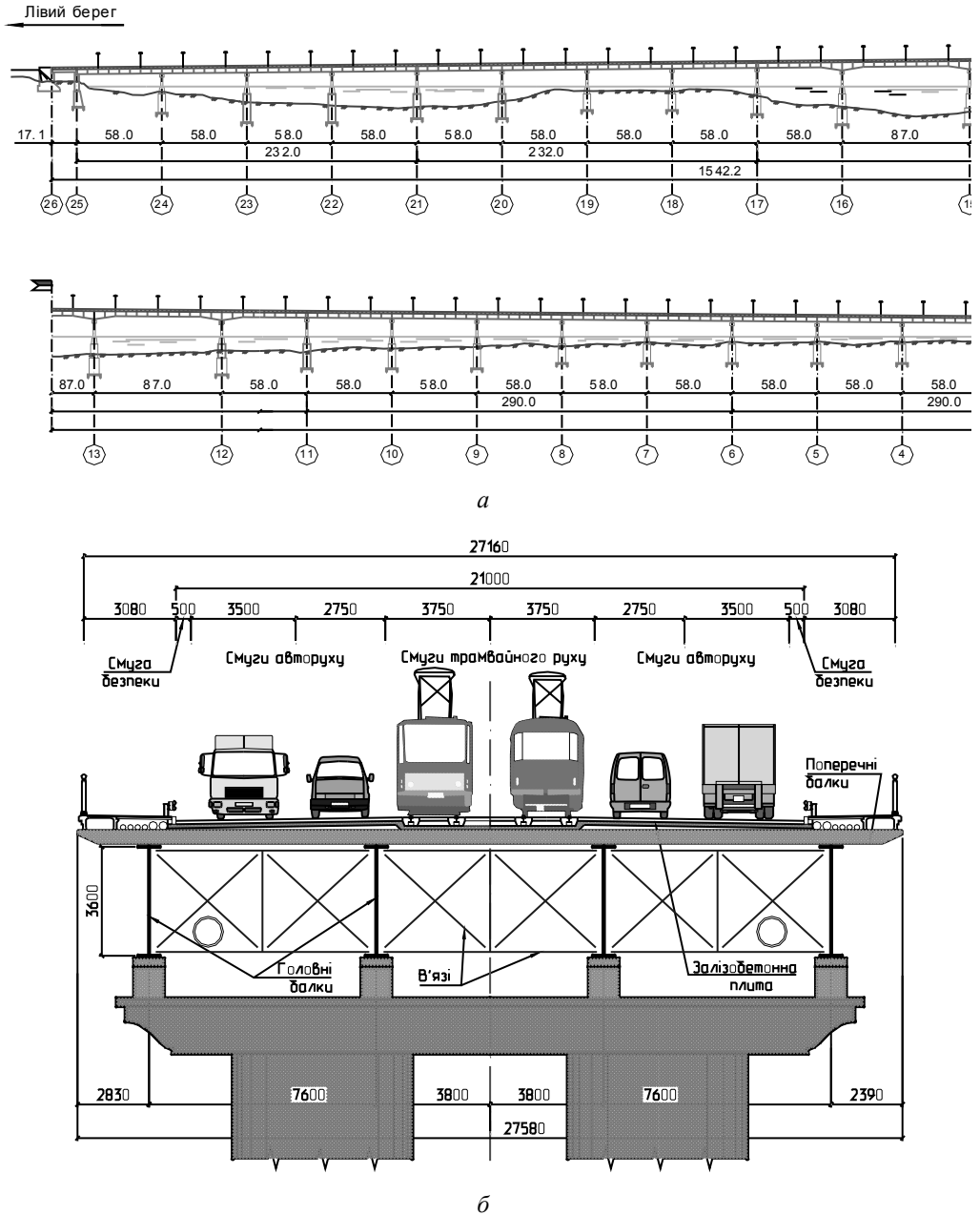


Рис. 2. Поздовжній (а) і поперечний (б) розрізи моста ім. Є. О. Патона

За результатами обстеження встановлено, що з часу обстеження у 2017 р. до червня 2018 р. ніяких ремонтних робіт із ліквідації виявлених під час зазначеного обстеження дефектів проведено не було, хоча про гостру необхідність цього зазначалось у відповідному технічному звіті № 7-53, виданому у 2017 році. З огляду на це, за результатами проведеного восени 2018 р. обстеження, передбачувано підтверджено погіршення технічного стану мостових конструкцій. І, в першу чергу, це стосується поперечних балок, особливо біля деформаційних швів на опорах № 1 і № 25, дві з яких частково зруйнувалися.

Загалом, слід зазначити, що виявлені під час обстеження у 2018 р. основні дефекти конструкцій моста, чинники їх виникнення та розвинення є наслідками недотримання нормативних термінів проведення необхідних ремонтних робіт (що може бути пов'язано як із недостатністю, так і з відсутністю належного їх фінансування) та постійного зростання інтенсивності руху автотранспорту, яке супроводжується значним збільшенням автомобільних навантажень. Виявлені дефекти негативно впливають на довговічність конструкцій, знижують безпеку та комфортність руху по мосту, а в окремих випадках знижують його несну здатність.

До переліку конструкцій моста, які мають дефекти, що потребують усунення, відносяться:

- поперечні балки на опорах № 1 і № 25 (рис. 3, 4): у зв'язку з руйнуванням зазначених балок необхідно терміново завершити протиаварійні заходи, передбачені проектом ТОВ «Укрінсталькон ім. В. М. Шимановського», розробленим влітку 2018 р.;
- підводна та надводна частини опори № 21 (уверх за течією), яка має вивали фрагментів кам'яної кладки; цей дефект знаходиться у зоні коливання рівня води та вимагає невідкладного поновлення кладки;
- надводна частина опори № 11, яка має часткове руйнування бетону ригеля опори під підферменником (рис. 5); з метою уникнення погіршення технічного стану споруди в цілому і недопущення можливого виникнення в подальшому аварійної ситуації, першочерговими заходами для опори № 11 є термінове виконання ремонтних робіт із відновлення ригеля опори та підферменників верхових головних балок прогонових будов;
- надводна частина опори № 6, яка має руйнування бетону ригеля, що супроводжується оголенням і корозією арматури;
- надводна частина опори № 17, яка має руйнування бетону ригеля, сколи з оголенням та корозією арматури, вилюговування бетону, руйнування гранітного оздоблення колони опори;

- окремі в'язи в прогонах 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 14-15, 16-17, 17-18, 18-19, 19-20, а також на опорах № 6, № 9, № 20, № 22, № 25 розірвані внаслідок 100 % корозії та потребують відновлення (рис. 6);
- оглядові проходи непридатні для пересування технічного персоналу і вимагають термінового капітального ремонту відповідно до окремо розробленого проекту (рис. 7);
- деформаційні шви ковзного типу не відповідають вимогам безпеки руху та вимагають капітального ремонту шляхом заміни на нові шви, а також заміни поперечних балок у місцях деформаційних швів;
- залізобетонна плита проїзної частини має окремі місця з глибиною карбонізації бетону до 20 мм та з корозійними пошкодженнями арматури від 6 % до 32 % площі перерізу (рис. 8), що потребує невідкладного виконання капітального ремонту або реконструкції плити;
- корозія і руйнування вузлів кріплення стовпів освітлення негативно впливають на безпеку руху автомобілів на проїзній частині та перехожих на тротуарах, а також проходження суден під мостом (рис. 9); стовпи освітлення необхідно якнайшвидше відремонтувати або замінити на нові;
- руйнування секцій перильної огорожі та їх кріплень загрожує безпеці руху пішоходів і проходженню суден під мостом (рис. 10); оскільки майже всі конструкції перил знаходяться в аварійному стані, то вони потребують повної заміни.



Рис. 3. Руйнування поперечної балки на опорі № 1



Рис. 4. Руйнування поперечної балки на опорі № 25



Рис. 5. Сколи бетону, оголення та корозія арматури підферменників опори № 11



Рис. 6. Розрив в'язі в прогоні 16-17 внаслідок дії корозії



Рис. 7. Корозія металу несних елементів оглядових проходів



Рис. 8. Руйнування захисного шару бетону плити проїзної частини



Рис. 9. Корозійне руйнування балочної клітки стовпа освітлення № 18



Рис. 10. Руйнування секції перильної огорожі та її кріплення, відрив декоративних елементів

Варто підкреслити, що невідкладно потрібно виконати наступні роботи:

- завершити протиаварійні заходи по поперечних балках на опорі № 25 (наразі виконано відповідні заходи лише на опорі № 1);
- провести ремонт проміжних опор № 6, № 11, № 17 і № 21;
- виконати ремонт деформаційних швів із заміною прилеглих поперечних балок та в'язей прогонових будов.

Невиконання вищезазначених робіт призведе до того, що конструкції моста, які знаходяться в стані 5 (непрацездатний), можуть повністю зруйнуватися та призвести до аварії. Що ж стосується перильної огорожі та стовпів освітлення, то невиконання невідкладних робіт із їх повної заміни відповідно до чинних норм загрожує безпеці руху як автотранспорту й пішоходів, так і судноплавства і може стати причиною припинення функціонування об'єкта.

За результатами розрахунків вантажопідйомності головних балок прогонових будов відносно рухомого навантаження Н-30, максимальна вага автомобіля у колоні становить 12 т, що не відповідає чинним нормам [2]. Виходячи з цього, з урахуванням аварійного стану поперечних балок на опорах № 1 і № 25, а також технічного стану інших конструкцій моста в цілому, необхідно передбачити два види обмежень руху автотранспорту: перше з них стосується обмеження навантаження на вісь автотранспорту – необхідно обмежити в'їзд на міст будь-якого транспорту, навантаження на вісь якого перевищує 6 т; а друге стосується обмеження ваги транспортних засобів: максимальна вага одиничних транспортних засобів на мосту не повинна перевищувати 10 т, максимальна вага автотранспортних засобів у колоні на мосту не повинна перевищувати 6 т. Що ж стосується обмежень на швидкість руху автотранспорту по мосту, то вони раніше не вводились, і наразі вказана швидкість становить 50 км/год., як і всюди в межах міста.

А тепер привернемо увагу до існуючої розмітки проїзної частини мосту, яка нині поділяється на 7 смуг по 3,0 м завширшки кожна (виходячи з ширини проїзної частини між бордюрами, що дорівнює 21,0 м), без смуги безпеки та розділової смуги, що абсолютно не відповідає вимогам чинних норм [3]. У цьому сенсі довідково нагадаємо, що згідно із зазначеними нормами габарити споруди як для магістральної вулиці загальноміського значення безперервного руху повинні становити:

за умов 6-ти смуг руху  $1,0 + 6 \times 3,75 + 2,0 + 4,0 = 29,5 \text{ м} > 21,0 \text{ м}$ , а за умов 4-х смуг руху  $1,0 + 4 \times 3,75 + 2,0 + 4,0 = 22,5 \text{ м} > 21,0 \text{ м}$ .

Як вбачається з наведених даних, наявна ширина проїзної частини мосту є меншою навіть за ширину 4 смуг згідно з вимогами чинних норм.



Отримані за підсумками обстеження дані та результати розрахунків вантажопідйомності, визначення остаточного ресурсу моста та експертної оцінки технічного стану споруди дозволили виконати оцінювання та прогнозування технічного стану моста відповідно до вимог [4]. Основні елементи моста віднесено до таких експлуатаційних станів: проїзна частина – стан 5 (непрацездатний); прогонова будова – стан 4 (обмежено працездатний); опори та опорні частини – стан 5 (непрацездатний); фундаменти – стан 3 (працездатний); підходи – стан 3 (працездатний). А за рейтингом основних конструктивних елементів міст знаходиться у стані 5 – непрацездатний. З огляду на зазначене вище, експлуатація моста можлива лише за умови постійного моніторингу технічного стану його конструкцій.

Експлуатаційний стан моста в цілому за найнижчим із показників експлуатаційного стану основних конструкцій кваліфікують як 5 – непрацездатний. Експлуатаційні заходи відповідно до вимог [3] наступні: вести постійний нагляд та контроль за дотриманням обмежень руху із залученням спеціалізованої організації. При цьому необхідно терміново вирішувати питання щодо реконструкції споруди, а також вживати тимчасові заходи щодо запобігання аварії.

Враховуючи складність та об'єми ремонтних робіт, пов'язаних із приведенням несних конструкцій проїзної частини, в першу чергу – поперечних балок, до належного технічного стану, рекомендується розпочати роботи з реконструкції моста з повної заміни зазначених конструктивних елементів і доведенням споруди до вимог чинних нормативних документів.

У випадку реконструкції моста необхідно:

- виконати додаткове обстеження головних балок моста з використанням неруйнівних методів контролю з метою перевірки дійсного технічного стану зварних з'єднань та металу головних балок, уточнення їх залишкового ресурсу та надання рекомендацій щодо проведення реконструкції моста;
- провести моніторинг руху автотранспорту на мосту з метою визначення фактичної інтенсивності руху та дійсних автомобільних навантажень на міст;
- з урахуванням отриманих об'єктивних даних визначитися з величинами автомобільних навантажень на міст, кількістю та шириною смуг руху автотранспорту на мосту після реконструкції, узгодивши їх з усіма зацікавленими сторонами і розробивши відповідні технічні умови.

Наголосимо, що без виконання робіт з усунення всіх дефектів та робіт із реконструкції моста, що будуть направлені на підвищення експлуатаційних характеристик і подовження терміну служби споруди, буде зростати деградація

моста, яка неминуче призведе до незворотних процесів, а саме – до неконтрольованих руйнувань із непередбачуваними наслідками.

Виходячи з вище викладеного, можна зробити наступні висновки:

- наразі міст ім. Є. О. Патона знаходиться у критичному стані. Роботи, які проводяться на мосту в рамках протиаварійних заходів, є необхідними, проте локальними і тимчасовими заходами та не вирішують проблеми технічного стану моста в цілому;
- задля можливості експлуатації моста в подальшому необхідно терміново вирішити питання щодо його реконструкції. Це дозволить не тільки подовжити строк експлуатації моста, а й підвищити пропускну спроможність останнього, що є дуже важливим з огляду на стрімке зростання кількості автотранспорту на вулицях Києва.

### **3. Південний міст**

Цей міст через р. Дніпро в м. Києві запроектовано Київською філією Державного інституту з проектування і вишукування автомобільних доріг «Союздорпроект» під керівництвом головного інженера проекту Г. Б. Фукса і призначено для автомобільного та пішохідного руху, а також пропуску поїздів метрополітену (рис. 11). Будівництво моста було розпочато в 1983 році й завершено в 1990 році. У цьому ж році міст було прийнято в постійну експлуатацію. У 1992 році після спеціального обстеження по мосту було відкрито рух поїздів метрополітену.

Як убачається з наведеного рисунку, прогони Південного моста, загальна довжина якого становить 1256 м, перекриті однопілоною вантовою сталеву прогоною будовою з вантовим прогоном завдовжки 439,0 м, двопрогоною залізобетонною коробчастою будовою (анкерна частина вантового прогону) завдовжки 119,5 м та дев'ятипрогоною залізобетонною коробчастою спорудою завдовжки 661,5 м. Сталеві вантові прогони будови та залізобетонні вантові анкерні прогони примикають до пілону.

Сталева балка жорсткості Південного моста складається з двох трьохстінчастих коробчастих балок, що симетрично розташовані відносно поздовжньої осі моста (рис. 12, а), по яких улаштовано автопроїзди. Загальна ширина балки жорсткості дорівнює 41,6 м. Коробчасті балки об'єднано сталеву ортотропною плитою, на якій розташовано дві колії метрополітену. В середині великих коробок балок розміщено трубопроводи – по одному в кожній коробці, а в середині малих коробок балок улаштовано анкерні кріплення вант.



*a*



*б*



*в*

Рис. 11. Панорамний (*a*) і загальні (*б, в*) вигляди Південного моста

Що ж стосується залізобетонних прогонів Південного моста, то вони в поперечному перерізі складаються з трьох коробчастих балок із попередньо-напруженим армуванням (рис. 12, *б*). Коробчасті балки об'єднані між собою по верхніх плитах. Над середньою балкою розміщено дві колії метрополітену, а над крайніми – автопроїзди та пішохідні тротуари.

Пілон моста виконано з монолітного залізобетону, а його ноги розташовані в зонах між автопроїздами та метропроїздом. Вершина пілону знаходиться на висоті 110 м від рівня проїзду. В рівні проїздів поперечний переріз ніг пілону становить  $2 \times 5$  м, причому задля зменшення їх гнучкості поперек мосту горизонтальні розпірки утворюють раму.

Вантова система Південного моста прийнята двохплощинною, кожна з яких знаходиться в зоні між автопроїздами і метропроїздом. Ванти, що йдуть у бік головного прогону, мають горизонтальну орієнтацію канатів, а в бік залізобетонної частини – вертикальну. Ванти моста сформовані з пари витих закритих канатів діаметром 62 мм кожен, об'єднаних між собою стяжними пристроями й гасниками коливань.

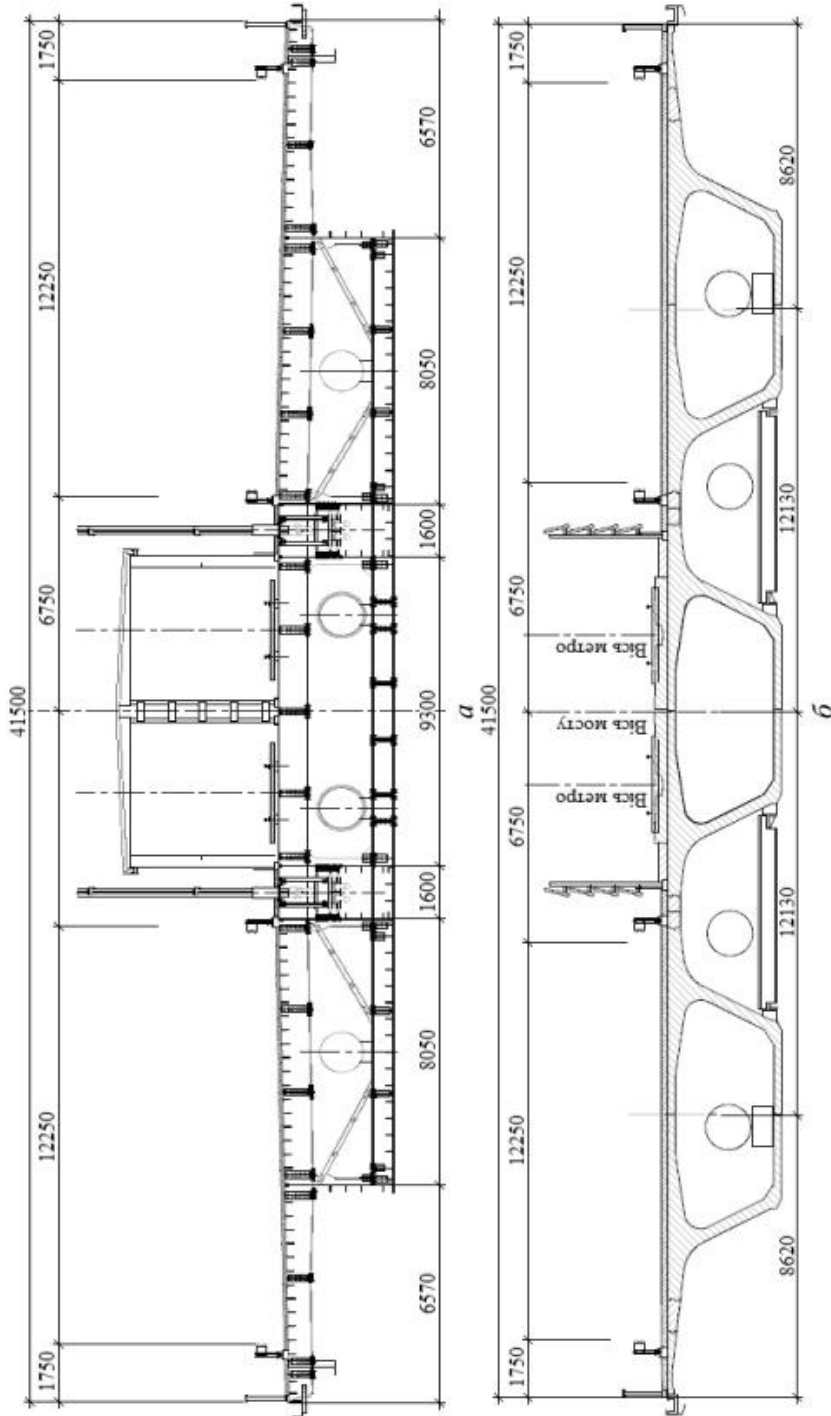


Рис. 12. Поперечний переріз балки жорсткості Південного моста: *а* – на сталевих прогонах, *б* – на залізобетонних прогонах

У 2017 році, вперше за останні 15 років, було виконано комплексне спеціальне обстеження мосту, узагальнюючі результати якого свідчать, що конструкції Південного моста мають низку дефектів і недоліків, що знижують не тільки їх несну здатність, а й довговічність і надійність споруди у цілому. До речі, виникнення більшості з цих дефектів пов'язане з недотриманням термінів міжремонтних періодів і проведення регламентованих поточних ремонтів у попередні десятиліття та відсутністю досвіду проектування такого типу споруд у 80-х роках ХХ століття.

Необхідно зазначити, що систематичні руйнування асфальтобетонного покриття проїзної частини на сталевих прогонових будовах (рис. 13, *а*) і кілометрові затори під час виконання ремонтних робіт із ліквідації цих дефектів добре відомі всім, хто користується Південним мостом. Причому зони руйнування покриття (незважаючи на те, що всьому мосту властиві несприятливі для асфальтобетону динамічні характеристики) переважно виникають саме на тих ділянках проїзної частини моста, на яких застосовано гнучкий сталевий лист настилу завтовшки 12 мм. Через це, а також приймаючи до уваги результати аналізу роботи конструкції моста, можна стверджувати, що уникнути постійних руйнувань покриття є практично неможливим без підсилення (шляхом збільшення товщини) верхнього листа настилу сталевих балок. У цьому сенсі також наголосимо, що руйнування покриття – це проблема моста, про яку вже давно відомо, хоча природу чинників її виникнення з'ясовано лише після закінчення комплексного обстеження споруди.

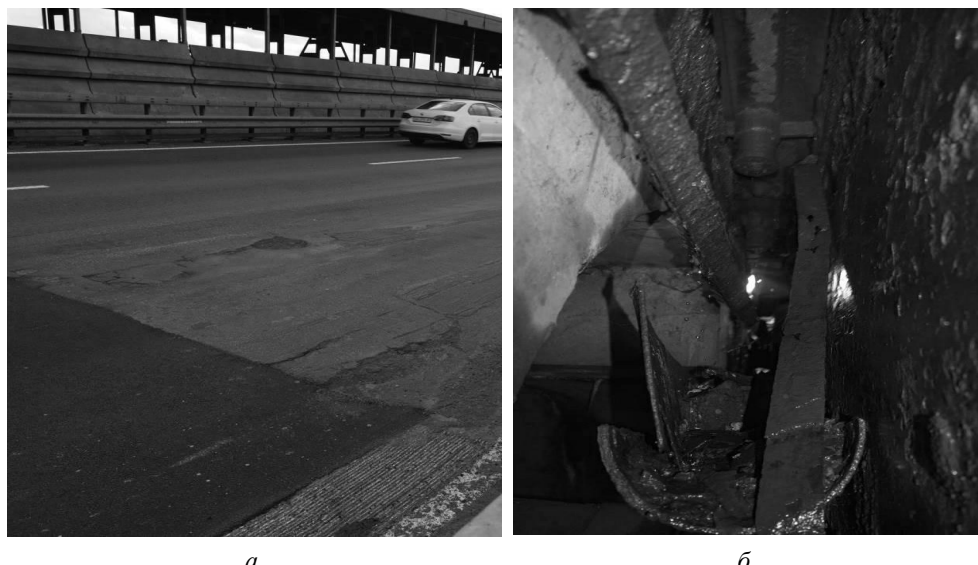


Рис. 13. Дефекти мостового полотна Південного моста

Ще однією нагальною проблемою моста, що перешкоджає проїзду автомобільного транспорту, є незадовільний стан конструктивних елементів деформаційних швів. З цього приводу відзначимо, що на сталевих прогонах деформаційні шви старої конструкції було замінено на сучасні, проте на залізобетонних прогонах цього своєчасно не було зроблено. В результаті, дефекти конструкцій швів у вигляді нещільного прилягання ковзних листів, по-перше, примушують водіїв зменшувати швидкість, а, по-друге, порушують їх герметичність. Тому вода з проїзної частини вільно потрапляє на конструкції прогонів та опор, викликаючи їх руйнування. Значно ускладнює реальну ситуацію ще й те, що водовідвідні лотки давно вийшли з ладу (рис. 13, б). З огляду на зазначене є цілком зрозумілим, що без повної заміни старих швів на шви нової конструкції уникнути подальшого розвитку дефектів опор та торців прогонів є практично неможливим.

Крім того, під час обстеження конструкцій прогонових будов моста було виявлено низку інших дефектів, які свідчать про поганий стан гідроізоляції в залізобетонних прогонових будовах практично по всій їх протяжності. Наслідки цих дефекти являють собою сліди замокання й вилуговування бетону (корозія і втрата міцності) в окремих місцях у внутрішніх відсіках коробчастих балок, на консолях та монолітних ділянках плит між зовнішніми та внутрішньою коробками. До того ж в окремих місцях у коробках вода, що просочується зверху крізь покриття та залізобетон, стоїть калюжами на нижній поверхні коробок (рис. 14). А висоли і сталактити подекуди мають бурий відтінок, що є свідченням не тільки корозії безпосередньо бетону, а й арматури.

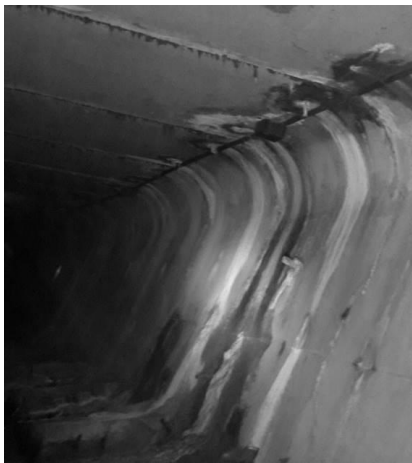


Рис. 14. Просочування води у залізобетонних прогонових будовах



Рис. 15. Стан заанкерованих канатів вант для відтягування пілону

На превеликий жаль, гідроізоляцію на залізобетонних прогонах за 29 років експлуатації моста жодного разу не замінювали, отже термін її безперервної

служби не просто давно сплинув, а значно – більш ніж у чотири рази – перевищив семирічний нормативний строк використання. У цьому сенсі варто також підкреслити, що без перевлаштування гідроізоляції вода з агресивними протижелезними соляними сумішами і надалі буде безперешкодно потрапляти до залізобетонних конструкцій і не тільки викликати, а й пришвидшувати їх руйнування.

Тепер перейдемо до розгляду стану канатів вант. І одразу зазначимо, що стан заанкерованих канатів вант для відтягування пілону є незадовільним, оскільки поверхня зовнішнього шару дротин частини канатів має корозію (рис. 15). У сталевих прогонових будовах ванти проходять крізь вікна, розташовані у верхній плиті. А самі місця входу канатів закриті металевими кожухами, герметизацію яких виконано за допомогою встановлених дерев'яних вкладишів, поверх яких нанесено герметик. Наразі стан цієї герметизації є незадовільним, тому в багатьох місцях герметик пропускає воду, що, в свою чергу, призводить до виникнення на нижній грані дерев'яних вкладишів для фіксації положення вант на канатах іржі та слідів просочування води. Бо більше, в окремих вантах натепер вже відбулося значне корозійне руйнування й обриви Z-подібних дротин зовнішнього шару канатів вант (рис. 16).

У частині ж стану фарбового покриття металевих конструкцій моста вкажемо на те, що стан як зовнішнього, так і внутрішнього фарбового покриття металоконструкцій є незадовільним. Причому причина зазначеного є доволі простою – міст не фарбували з моменту його відкриття у 1990 році, через що метал сталевих вантових прогонових будов кородує (рис. 17). Крім того, цікавим тут є те, що на даний час дістатися до конструкцій мосту неможливо: на усіх входах встановлено ґрати та замки. Проте так, на жаль, було не весь час. І тому викрадачами металу на металобрухт було демонтовано частину вертикальних ребер бокових стінок балки жорсткості моста, що кріпилися до стінок болтами. А без цих елементів міст не може надійно сприймати вагу колон вантажних автомобілів.

Аналіз результатів обстеження конструкцій моста, а також результатів розрахунків вантажопідйомності, визначення остаточного ресурсу моста та експертної оцінки технічного стану споруди дозволив виконати оцінювання та прогнозування технічного стану моста відповідно до вимог [4].



Рис. 16. Руйнування і обриви дротин канатів вант



Рис. 17. Корозія металу в сталевих прогонових будовах

Результати цього оцінювання полягають у наступному: мостове полотно автопроїздів – стан 4 (обмежено працездатний); залізобетонні прогонові будови автопроїздів – стан 4 (обмежено працездатний); сталеві вантові прогонові будови автопроїздів – стан 3 (працездатний); конструкції пілона вище рівня проїзної частини – стан 3 (працездатний); ванти – стан 4 (обмежено працездатний); руслові опори – стан 3 (працездатний); опора № 0 – стан 4 (обмежено працездатний); опора № 14 – стан 3 (працездатний); опори № 4 і № 5 мають розмиви ґрунту під всією площею ростверка завглибшки до 4,0 м і 4,7 м відповідно; опора № 14 – стан 3 (працездатний); підхід на лівому березі р. Дніпро – стан 3 (працездатний). Тому за рейтингом основних конструктивних елементів міст знаходиться у стані 4 – обмежено працездатний. Експлуатаційний стан моста в цілому, за найнижчим із показників експлуатаційного стану основних конструкцій, теж кваліфіковано як 4 – обмежено працездатний. Додатково до цього за результатами розрахунків встановлено, що граничне навантаження на міст дорівнює 35 тс для автомобільного навантаження в колоні, а залишковий ресурс мосту оцінюється в 7 років.

Відповідно до визначеного експлуатаційного стану моста стандартом [4] для забезпечення його безаварійної експлуатації передбачено проведення обстежень за спеціальним графіком і виконання капітального ремонту за спеціально розробленим проектом, в якому необхідно врахувати не тільки рекомендації відомостей дефектів, передбачити ін'єктування тріщин, ремонт вант та виконання підсилення конструкції прогонів 9–11, а і виконати підсилення металевієї плити мостового полотна, враховуючі сучасну інтенсивність руху транспорту, яка сьогодні перевищує проектну більше ніж у 2 рази. Крім того, необхідно передбачити ваговий контроль руху негабаритних та великовагових вантажів, що прямують Південним мостовим переходом. Після невідкладного проведення всіх зазначених заходів залишковий ресурс моста може бути збільшено і, навпаки, у разі зволікання з ними в найближчі роки можна неминуче отримати подальшу деградацію конструкцій, в результаті якої міст



перейде до непрацездатного експлуатаційного стану, що унеможливить його безпечну експлуатацію.

#### **4. Північний міст**

Цей міст через р. Дніпро в м. Києві (будівництво якого було розпочато в 1971 р., а завершено й прийнято в постійну експлуатацію в 1976 р.) запроєктовано Київською філією Державного інституту з проектування і вишукування автомобільних доріг «Союздорпроект» під керівництвом головного інженера проекту Г. Б. Фукса й призначено для автомобільного та пішохідного руху. Міст зв'язує правобережний Оболонський житловий район м. Києва з розташованими на лівому березі р. Дніпро житловими масивами Райдужний, Троєщина та Воскресенка й складається з безпосередньо вантового мосту через р. Дніпро (завдовжки 816 м і завширшки 31,4 м, рис. 18, *а-в*) та інфраструктурно з ним пов'язаним мостом через р. Десенку завдовжки 732 м і шляхопроводом через проспект Героїв Сталінграду завдовжки 55 м. Проект споруди розроблено згідно з чинними на той час нормами проектування СН 200-62 і СН 365-67. Вантова частина моста запроєктована під автомобільне навантаження НА-10 (на 8 смуг руху) і НК-80 та натовп на тротуарах ( $400 \text{ кг/м}^2$ ), а сталезаліобетонна естакадна частина – під навантаження НК-30 (на 8 смуг руху) і НК-80 та натовп на тротуарах ( $400 \text{ кг/м}^2$ ).

Судноплавна частина Північного моста перекрита двома нерозрізними прогоновими будовами, перша з яких становить розташовану біля лівого берега трипрогонову однопілонову вантову систему за схемою  $84,51 + 300 + 63,65 = 448,16 \text{ м}$ , а друга – правобережна частина – являє собою балкову естакаду з одним прогоном завдовжки 63,65 м, трьома прогонами по 63 м кожен і одним прогоном завдовжки 42 м (рис. 18, *з*). У плані міст знаходиться на прямій, а у профілі – на сполученні опуклих вертикальних кривих із верхньою точкою у вантовому прогоні. Сталеву балку жорсткості у вантовому прогоні (завдовжки 300 м, яка, до речі, є найдовшою в колишньому СРСР) підтримують ванти зі сталевих канатів (по 20–40 штук у ванті), загальна довжина яких сягає 54,6 км.

Ванти підвішені до А-подібного пілону заввишки 125 м, а висота від проїзної частини до склепіння пілону дорівнює 53 метри. В двох ногах пілону міститься по одній монтажній шахті з залізними драбинами у 8 прольотів кожна, які сходяться над склепінням пілону й утворюють внутрішнє допоміжне приміщення площею близько  $10 \text{ м}^2$ . Вгорі на пілоні розміщено скульптурне зображення герба м. Києва, з кожного боку від якого знаходиться по одному балкончику.



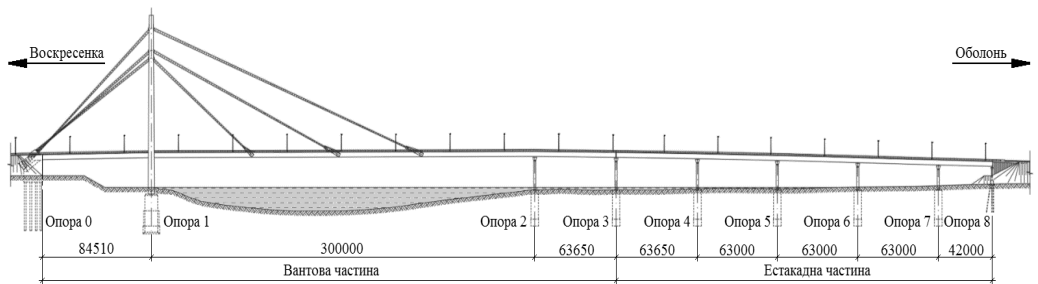
а



б



в



г

Рис. 18. Панорамний вигляд (а), загальні вигляди (б, в) і поздовжній переріз (г) Північного моста

По Північному мосту в 1983 році було відкрито рух тролейбусів від станції метро «Петрівка» на Воскресенку, а в 1984 році – на Троєщину. До 2005 року автомобільний транспорт рухався по мосту трьома смугами у кожному напрямку. Крім того, на проїзній частині були облаштовані розподільна смуга завширшки 2,2 м, захисні смуги з боків проїзної частини по 0,5 м кожна і тротуари для пішоходів завширшки 2,85 м. У серпні 2005 року на мосту за рахунок ущільнення смуг було додано реверсивну смугу руху. Проте зазначена модернізація, на превеликий жаль, лише призвела до погіршення безпеки руху, внаслідок чого відбулось значне зростання випадків аварійних подій і аварій на мосту. І тому, з метою зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод та постраждалих людей, з 24 грудня 2007 року реверсивну смугу було замінено відбійником, а кількість смуг за рахунок зменшення їх ширини збільшено до чотирьох у кожному напрямку.

Розглянемо тепер основні конструктивні рішення Північного моста, які були використані під час його проектування. Вантова прогонова будова, яка перекидає фарватерну частину р. Дніпро, – сталева з ортотропною плитою і асфальтобетонним покриттям проїзної частини. Сталева балка жорсткості, що жорстко защемлена на стояні та має поздовжньо-рухоме шарнірне обпирання на пілоні й проміжних опорах у поперечному перерізі, складається з двох коробок. У свою чергу, прогонова будова естакадної частини моста прийнята сталезалізобетонною, а її габаритні контури поперечного перерізу відповідають поперечнику вантової прогонової будови. А-подібний пілон моста, виконаний з монолітного залізобетону і розташований між прогонами з довжинами 84,51 м та 300 м, є жорстко об'єднаним із фундаментом. Ванти закріплені на пілоні в трьох ярусах по висоті й розташовані в двох площинах. Берегові гілки вант заанкеровані в стояні – противазі. А самі ванти сформовані з канатів, що складаються з паралельних дротів. По довжині моста наявні два деформаційні шви: на правобережному стояні й по стику вантової і естакадної прогонових будов.

Стояни моста запроектовані роздільного типу з перехідними прогонами для пропуску комунікацій. Проміжні опори виконані зі збірно-монолітного залізобетону конструктивно стінової форми, по середині висоти яких улаштовано декоративні отвори діаметром 9 м. Фундаменти проміжних опор прийняті у вигляді опускних колодязів.

Переходячи тепер до характеризування технічного стану моста, одразу зазначимо, що за даними «Книги штучної споруди» за час експлуатації спеціалізовані обстеження проводились шість разів, а саме у 1976, 1983, 1987, 1989, 1999 і 2008 роках.

У 2017 році було виконано комплексне спеціальне обстеження моста, результати якого свідчать, що конструкції Північного моста мають низку дефектів і

недоліків, в основному корозійного походження, що знижують не тільки їх (конструкцій) несну здатність, а й довговічність і надійність споруди у цілому. Причому виникненню цих дефектів беззаперечно можливо було б запобігти достатньо простим способом – дотриманням міжремонтних термінів та проведенням регламентованих поточних ремонтів у попередні десятиліття.

Метал перильної огорожі тротуарів знаходиться в незадовільному стані. В результаті обстеження встановлено значні дефекти перильної огорожі тротуарів, сутність яких полягає у наскрізній корозії поручнів в усіх прогонах моста, а тому бар'єрна огорожа загалом не відповідає вимогам чинних нормативних документів. Конструкції деформаційних швів також мають значні пошкодження, не герметичні (рис. 19), відслужили нормативний термін експлуатації (20 років) і потребують заміни на сучасні шви малощумної герметичної конструкції.



Рис. 19. Застій води, яка потрапляє крізь деформаційний шов на нижній пояс коробчастої балки, призводячи до корозії металу

А зараз наголосимо на тому, що як і на інших мостових спорудах головною причиною виникнення та швидкого розвитку корозійних дефектів конструктивних елементів моста є вода (а, точніше, розчин агресивних протижеледних соляних сумішей), яка потрапляє на них внаслідок початкових недоліків та природного зношення елементів водовідведення і, в першу чергу,

гідроізоляції. Сліди замокання та вилугування бетону залізобетонних плит, в окремих місцях зі слідами іржі, встановлено в усіх прогонових будовах естакадної частини моста (рис. 20). А у вантових прогонових будовах виявлено отвори в сталевих листах ортотропної плити із протічками води крізь дорожнє покриття і пошкоджену гідроізоляцію, що призводить до корозійного пошкодження сталевих елементів головних коробчастих балок. Через це та з метою запобігання розвиненню корозійних процесів у майбутньому система водовідведення на мосту потребує повної перебудови з використанням сучасних технологічних та конструктивних рішень.



Рис. 20. Просочування води у сталезалізобетонних прогонових будовах

Як було зазначено вище, головною причиною виникнення дефектів конструкцій моста є практично повне руйнування системи водовідведення. Причому найгірше в цьому сенсі полягає в тому, що крім корозії бетону та арматури залізобетонних плит естакадних прогонів, вода, що фільтрується крізь плиту прогонової будови, слугує головним чинником корозії металу всіх елементів балкової клітини: головних балок, прогонів, поперечних та поздовжніх в'язей. На жаль прищвидшує цей негативний вплив ще й застосоване конструктивне рішення, згідно з яким площини поперечних в'язей перебувають саме під монолітними стиками плити, крізь які найбільш інтенсивно просочується вода. Що ж стосується загального корозійного ушкодження фасадних головних балок мосту, то його можна оцінити в 4–5 % за наявності локальних ділянок балок, на яких корозійне зношення металу (за загальною площею перерізу балки) дорівнює 11–13 %. При цьому найбільше ушкодження природно має верхній пояс балок, де це зношення досягає вже 19 %. Тим не менш результати

виконаних перевірних розрахунків з урахуванням корозійних пошкоджень засвідчили, що на момент обстеження загальна вантажопідйомність естакадної частини моста все ще відповідає (виключно завдяки якісно вибраному проектному рішенню!) проектним тимчасовим навантаженням Н-30 і НК-80.

З приводу ж корозійних дефектів на вантових прогонових будовах необхідно констатувати, що найбільші зони ураження металу мають головні балки сталевих вантових прогонових будов у місцях входу вант і анкерування балки жорсткості на опори № 0, поблизу відкритого кінця балки жорсткості неподалік опори № 3 та під поперечними балками ортотропної плити, де знаходяться отвори для пропуску кабелів для опор освітлення (рис. 21).



Рис. 21. Корозія металу у вантових прогонах

Зауважимо, що вказані отвори в гідроізоляції та в листі настилу ортотропної плити головних балок утворились і залишились після демонтажу опор освітлення в 2008 році; вони розташовані поблизу поперечних балок як у

верховій, так і у низовій коробках симетрично осі моста, тому вода безперешкодно через ці отвори потрапляє в середину коробок. З урахуванням наведеного одразу стає зрозумілим, що вода, яка потрапляє в коробку, зумовлює не тільки корозію листа ортотропної плити, а й нижніх поясів і стінок поперечних балок, поперечних в'язей під балкою, листа настилу нижньої плити, поздовжніх нижніх ребер й нижньої поперечної балки.

Ванти в сталеві прогонові будови проходять через отвори у верхній ортотропній плиті балки жорсткості в зонах під тротуарами, які зачинені спеціальними металевими захисними кожухами з тонколистового металу із застосуванням болтових з'єднань. Втім прилягання захисних кожухів до конструкції ортотропної плити головних балок є нещільним, через що вода вільно потрапляє у внутрішній простір головних балок, зумовлюючи таким чином корозію їх сталевих елементів. Додатково до викладеного вкажемо ще й на те, що корозію ортотропної плити виявлено навколо всіх отворів входу вант, вузлів їх анкерування, а також на листах нижньої ребристої плити та поздовжніх нижніх ребрах. А захисне покриття упорів та деталей їх кріплення до стінок балок пошкоджене практично в усіх вузлах.

Щодо стану самих вант слід зазначити, що через багаторічну відсутність належного догляду та регламентного фарбування захисна металева стрічка на них вже почала руйнуватися. Стосовно ж металевих конструкцій вузлів анкерування вант із низового та верхового боку моста та анкерних обойм канатів вант відмітимо, що вони містять дефекти у вигляді незначних пошкоджень фарбового покриття та поверхневої корозії в місцях його відшарування. В свою чергу, конструкціям об'їк входу вант у камери анкерування притаманна низка дефектів, знову-таки спричинених незадовільним станом водовідведення. Показовим прикладом цих дефектів слугує замокання поверхні бетону нахиленої стінки, на яку вода просочується крізь зіпсовану гідроізоляцію тротуарних плит, що врешті-решт викликає засмічення, замокання та корозію трубчастих обойм. При цьому найбільші корозійні ураження обойм властиві верхній анкерній групі з боку проїзної частини – тут корозії зазнали не тільки трубчасті обойми анкерів, а й верхній шар металострічки канатів вант на вході у камеру анкерування (рис. 22).

В частині ж технічного стану опор Північного моста, в першу чергу, звернемо увагу на те, що порівняно з результатами двох попередніх обстежень, проведених у 1999 та 2008 роках, розвинення отримали лише дефекти корозійного походження, які мають місце на ригелях опор № 3 і № 8, а також на фасадних (консольних) частинах ригелів усіх опор.

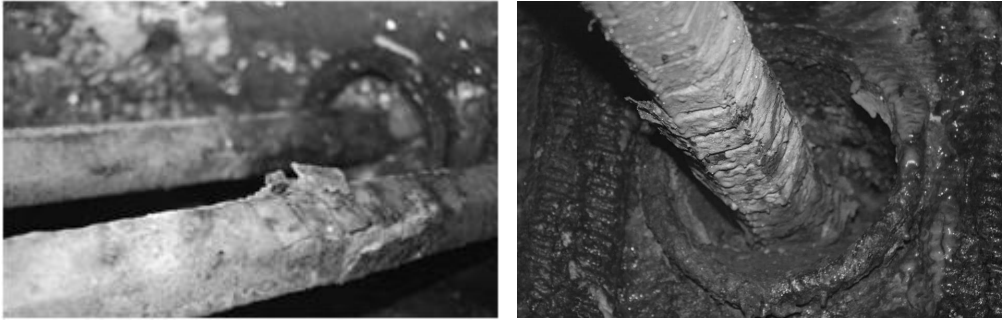


Рис. 22. Корозія металу трубчастих обойм і пошкодження металострічки канатів вант

Втім згадані дефекти, практично майже як і всі інші, зумовлені непередбаченим проникненням агресивних розчинів на конструкції, – в даному випадку крізь деформаційні шви над опорами № 3 і № 8 та з тротуарів (рис. 23, а). На відміну від цього опорні частини балок, внаслідок зношення їх конструктивних елементів, знаходяться в непрацездатному стані та потребують невідкладної заміни, оскільки термін їх безперервної служби не просто минув, а майже у півтора рази перевищив тридцятирічний нормативний строк використання. Причому виявлені дефекти опорних частин, зокрема відшарування ковзних полірованих листів із неіржавіючої сталі та видавлювання фторопласта (рис. 23, б), небезпечні тим, що не тільки збільшують тертя, погіршуючи цим роботу самих опорних частин, а й ускладнюють роботу основних несних елементів моста через виникнення додаткових горизонтальних зусиль в опорах і в балках жорсткості.

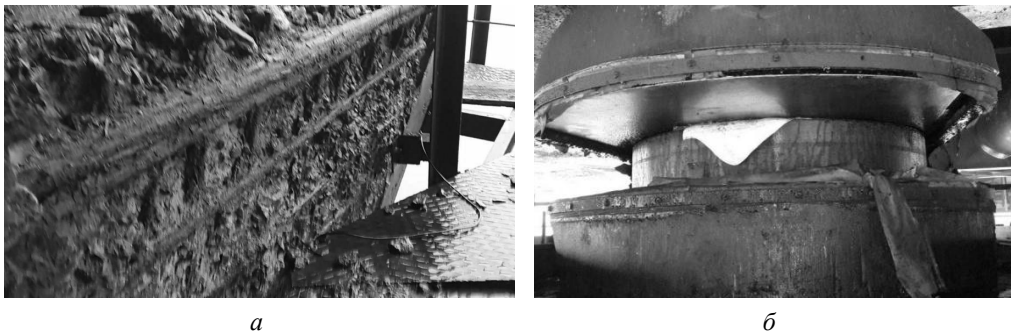


Рис.23. Руїнування консольних частин ригелів опор (а) і видавлювання фторопласта з опорних частин (б)

Аналіз результатів обстеження конструкції моста, а також результатів розрахунків вантажопідйомності, визначення остаточного ресурсу моста та експертної оцінки технічного стану споруди дозволив виконати оцінювання та прогнозування технічного стану моста відповідно до вимог [4]. Результати цього



оцінювання полягають у наступному: мостове полотно – стан 5 (непрацездатний); сталезалізобетонні прогонові будови естакадної частини моста – стан 4 (обмежено працездатний); сталеві вантові прогонові будови – стан 4 (обмежено працездатний); конструкції пілона – стан 3 (працездатний); ванти – стан 3 (працездатний); опори мосту – стан 4 (обмежено працездатний); опорні частини – стан 5 (непрацездатний); оглядові пристрої – стан 5 (непрацездатний); підходи – стан 3 (працездатний). Тому за рейтингом основних конструктивних елементів міст знаходиться у стані 4 – обмежено працездатний. Експлуатаційний стан моста в цілому, за найнижчим із показників експлуатаційного стану основних конструкцій, теж кваліфіковано як 4 – обмежено працездатний. Додатково до цього за результатами розрахунків встановлено, що граничне навантаження на міст дорівнює 35 тс для автомобільного навантаження в колоні, а залишковий ресурс моста наразі оцінюється у 3 роки.

Відповідно до визначеного експлуатаційного стану моста стандартом [4] задля забезпечення його безаварійної експлуатації передбачено проведення обмежень за спеціальним графіком і виконання капітального ремонту за спеціально розробленим проектом, в якому необхідно врахувати рекомендації відомостей дефектів, передбачити відновлення конструкцій прогонових будов, ін'єктування тріщин, відновлення захисного покриття канатів вант, заміну бар'єрного огородження, заміну деформаційних швів та опорних частин. Проте, ще до початку розроблення проектної документації на капітальний ремонт, конче потрібно виконати роботи із заміни гідроізоляції проїзної частини і тротуарів, перильного огородження тротуарів й водовідвідних лотків вантової частини моста, оскільки зволікання із цими роботами лише пришвидшить погіршення технічного стану. Крім того, необхідно передбачити ваговий контроль руху негабаритних та великовагових транспортних засобів, що прямують Північним мостом.

## **5. Парковий пішохідний міст**

Цей міст через р. Дніпро в м. Києві запроектовано ТОВ «Укрінсталькон ім. В.М. Шимановського» (на той час Проектна контора «Проектстальконструкція») за участю Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України і введено в експлуатацію в 1957 році (рис. 24, а, б). Міст з'єднує центральну частину м. Києва з парковою зоною та піщаними пляжами Труханового острова. За конструкцією міст є суцільнозварним і змонтованим із використанням сучасних технологій автоматичного зварювання. Загальна довжина моста дорівнює 426,4 м, а ширина пішохідної частини – 7 м. Міст складається з трьох центральних прогонів висячої будови й берегових ділянок балкової конструктивної системи (рис. 24, в). Його центральні прогони влаштовані за схемою  $60 + 180 + 60 = 300$  м й підняті над урізом ріки на 26 м, що цілком

забезпечує вільний прохід суден за найвищих рівнів води. Гіперболічні за абрисом та жорсткі за конструкцією несні ланцюги (зварені з металевих листів) закріплені на двох пілонах рамної форми заввишки 32 м, а вертикальні підвіски, які йдуть із кроком 10 м, виготовлені зі сталевих кутників. Дорожнє полотно зі залізобетонних плит спирається на дві двотаврові зварні балки заввишки 2,4 м кожна. А берегові частини моста вирішені у вигляді балкових сталезалізобетонних прогінних будов: на лівобережній ділянці – три прогони по 36 м кожен, а на правобережній – один прогін завдовжки 17,9 м. Опори рамної конструкції моста запроєктовані залізобетонними, а їх фундаменти – у вигляді залізобетонних забивних паль поперечним перерізом 35×35 см завдовжки від 9 до 13 м. У проєкті тимчасове вертикальне навантаження було прийнято у відповідності до чинних на той час технічних умов на проєктування мостів на міських вулицях МКГ РЕФСР 1948 р., а саме: натовп інтенсивністю 400 кг/м<sup>2</sup> і окреме нормативне навантаження від поодиноких вантажівок Н-6.

У 2017 році, тобто на 60-ту річницю з часу відкриття, Парковий міст було частково реконструйовано: викладено покриття пішохідної частини правобережних та лівобережних підходів із фігурних елементів мощення; встановлено нові чавунні секції перильної огорожі; нанесено антикорозійне покриття на перильну огорожу, стовпи освітлення, підвіски та несні ланцюги; розміщено спеціальні перепони на підходах до моста і з боку проїзду від сходів Магдебурзького права, які втім не заважають пересуванню перехожих, але блокують рух автомобілів; обладнано підземні контейнери для збирання твердих відходів; нанесено на поверхню пішохідної частини сучасне полімерне покриття з шаром базальтового щебеню. До того ж на мосту з метою підвищення безпеки руху пішоходів було змінено організацію пішохідних і велосипедних потоків – посередині було влаштовано велосипедну доріжку червоного кольору завширшки три метри.

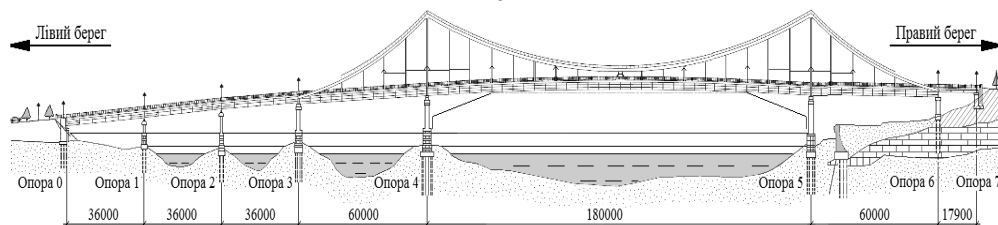
Щодо більш детального характеризування конструктивного рішення Паркового пішохідного моста вкажемо на те, що суднохідна частина мосту перекрита трипрогоною висячою прогоною будовою, пілони якої виконані зварними коробчастого поперечного перерізу, а балка жорсткості реалізована з двох двотаврових зварних балок заввишки 2,4 м кожна, залізобетонної плити пішохідної частини, що включена у їх сумісну роботу, та поздовжніх і поперечних в'язей. Несний ланцюг Н-подібного поперечного перерізу зварений з листів, з клепааними монтажними з'єднаннями на заклепках діаметром 23 мм зі сталі марки Ст2. Причому основні конструктивні елементи ланцюга – полиці та стінки двотавру – зварювалися на заводі з низьколегованої високоміцної сталі НЛ2 за ГОСТ 5058-49, а всі інші елементи прогонової будови – балка жорсткості з в'язями, кінцеві ділянки ланцюга та пілони виготовлені зі сталі марки М16С за ГОСТ 6713-53.



а



б



в

Рис. 24. Панорамні вигляди Паркового моста вдень (а), вночі (б) та його поздовжній переріз (в)

Пішохідна частина складається з Т-подібних збірних залізобетонних блоків завдовжки 7600 мм, заввишки 500 мм і завширшки 1400 мм, що спираються на головні сталеві балки. Покриття на пішохідній частині влаштовано з емульсійного акрилового полімеру на основі метилметакрилату з домішками кольорових пігментів. А з боків пішохідна частина обмежена перильною огорожею, в площині якої встановлено металеві стовпи освітлення.

Опори моста прийняті залізобетонними монолітними, а проміжні опори – з масивною нижньою частиною на ростверках і рамною надбудовою. Надводна частина опор складається із двох колон, що об'єднані ригелем, а їхні ростверки облицьовані гранітом. Крім того нижня частина руслових опор № 1, № 2, № 3 і № 4 укріплена кам'яною обкідкою. А фундаменти опор виконано із залізобетонних забивних паль, за виключенням опори № 7, фундамент якої влаштовано на природній ґрунтовій основі. Стояни моста запроектовано обсіпними залізобетонними масивними.

Вкажемо також на те, що по мосту прокладено комунікації інженерних мереж: дві труби газопроводу  $\varnothing$  108 мм, труба водопроводу  $\varnothing$  159 мм, труба каналізації  $\varnothing$  159 мм, 7 азбестоцементних труб  $\varnothing$  100 мм і різноманітні кабельні мережі.

Тепер наведемо скорочену і найбільш цікаву інформацію з історії експлуатації Паркового моста. З цієї історії відомо, що ще у 1979 р. за завданням Комунального підприємства з ремонту і утримання мостів і шляхів м. Києва «Київавтошляхміст» (КП «Київавтошляхміст») ТОВ «Укрінсталькон ім. В.М. Шимановського» вперше було проведено комплексне спеціальне обстеження конструкцій моста, здійснено інструментальну зйомку конструкцій з метою оцінювання їхнього стану та виконано перевірні розрахунки прогнаної будови моста.

У 1980 р. за завданням КП «Київавтошляхміст» ТОВ «Укрінсталькон ім. В.М. Шимановського» розроблено проект підсилення конструкцій Паркового моста, яким передбачалось усунення дефектів конструкцій проїзної частини, підвісок, реконструкція деформаційних швів і виправлення перекосів опорних частин. Проте, на превеликий жаль, до травня 1982 р. ці роботи не були виконані, що й призвело до аварії. А саме: внаслідок вчасно не виправленого угону опорних частин випали валки цих частин на опорах № 1 та № 2, в результаті чого трипрогонова нерозрізна будова лівобережної естакади впала на ригелі опор моста. Роботи з ліквідації наслідків аварії та з відновлення прогнаної будови були проведені Мостозагоном № 2 Мостобуду № 1 та Головним управлінням житлового і цивільного будівництва при Київському міськвиконкомі «Головкіївміськбуд» за робочими кресленнями ТОВ «Укрінсталькон ім. В.М. Шимановського». Проте після завершення вказаних ремонтних робіт виникла необхідність у черговому комплексному спеціальному обстеженні, яке й було виконано у травні-серпні 1982 р.

У 2002–2003 роках у зв'язку з виявленими обривами вертикальних підвісок та їх частковими пошкодженнями ТОВ «Укрінсталькон ім. В.М. Шимановського» провело обстеження та розробило робочий проект із підсилення підвісок моста та часткового усунення дефектів залізобетонної плити пішохідної частини.

У 2009 р. на замовлення Комунальної корпорації «Київавтодор» ТОВ «Укрінсталькон ім. В.М. Шимановського» розроблено проект капітального ремонту Паркового пішохідного моста. Цим проектом було передбачено здійснення ремонтних робіт із усунення дефектів несного ланцюга, підвісок, в'язей головних балок, плити пішохідної частини, опор (стійок, ригелів, підферменників) та відновлення антикорозійного захисту металевих конструкцій моста із застосуванням сучасних матеріалів. На виконання цього проекту у 2017 р. проведено ремонтні роботи на мосту, про які вже згадувалося вище.

Після завершення ремонтних робіт у 2017 році було виконано нове комплексне спеціальне обстеження моста, результати якого свідчать, що конструкції

Паркового моста мають низку дефектів і недоліків, в основному корозійного походження, що знижують не тільки їх (конструкцій) несну здатність, а й довговічність споруди у цілому. Вказане є наслідком того, що ремонт нажаль не передбачав відновлення пошкоджених корозією конструктивних елементів моста. Однак завдяки ремонту покриття пішохідної частини з застосуванням сучасних матеріалів міст у цілому має оновлений зовнішній вигляд.

Що ж стосується металоконструкції несних ланцюгів висячих прогонів моста, то вони знаходяться в задовільному стані, на який навіть не впливають такі помічені дефекти як відсутність окремих заклепок у вузлах стиків ланцюга (дефект виявлена та не усунена з моменту будівництва) і засміченість у місцях його кріплення до прогонової будови. Крім того зазначимо, що в результаті проведеного ремонту у 2003–2004 роках підвіски, які знаходилися у аварійному стані, були підсилені. Але при цьому не було проведено роботи з підсилення вузлів їх кріплення до ланцюгів. Окрім того, в місцях із відсутніми заклепками у з'єднаннях помічено присутність щільної корозії. В частині ж стану пілону вкажемо на те, що відновлення антикорозійного захисту виконано лише ззовні, через що воно залишилося порушеним як на внутрішніх поверхнях пілону, так і в місцях опорних частин; до речі, саме там знаходяться бруд і сміття (рис. 25).



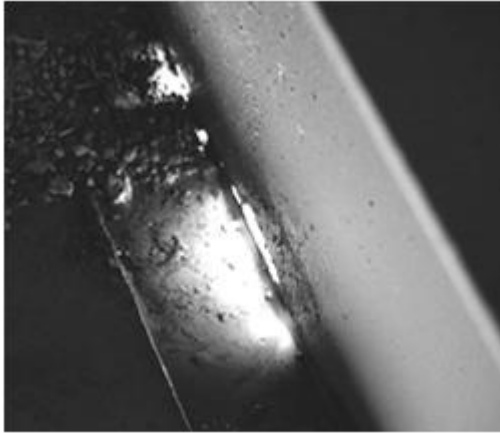
*a*



*б*

Рис. 25. Пошкодження антикорозійного захисту на внутрішніх поверхнях пілонів (*a*) та бруд і сміття в його коробці (*б*)

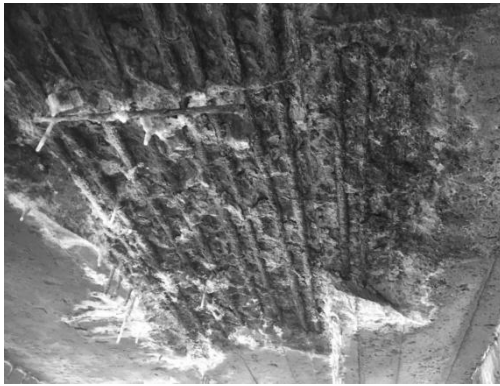
Дефектами прогонової будови є корозія металу балок та в'язів між ними, що виникли внаслідок багаторічної відсутності належного догляду та регламентного фарбування, замочання та вилюговування бетону залізобетонних плит у вигляді сталактитів, формування тріщин на плиті пішохідної частини, руйнування захисного шару бетону, оголення та корозія арматури (рис. 26).



*a*



*б*



*в*



*г*

Рис. 26. Наскрізна корозія стінки головної балки суднохідного прогону (*a*), пошкодження корозією нижніх в'язей (*б*), руйнування захисного шару й корозія арматури плит пішохідної частини (*в*), тріщини в плиті з вилуговуванням бетону (*г*)

А в частині технічного стану опор моста звернемо увагу на те, що основними дефектами конструкцій є вилуговування бетону ригелів опор через їх багаторічне замокання, що було спричинене порушенням системи водовідведення. Це ж є і причиною пошкоджень металу елементів опорних частин, поверхня яких має корозійні дефекти (рис. 27).



Рис. 27. Засміченість ригелів опор і пошкодження антикорозійного захисту опорних частин (*а*) і пошкодження бетону ригелів опор та їх захисного фарбового покриття (*б*)

А наприкінці статті висвітлимо один вельми цікавий факт із «життєвої» історії Паркового моста, який безпосередньо не стосується результатів комплексних спеціальних обстежень конструкції моста, а скоріш за все є свідченням того, що може статися з будь-якою мостовою спорудою під час її експлуатації. Справа полягає в тому, що у грудні 2017 року мала місце небезпечна аварійна подія, яка зводилась до того, що судно, яке рухалося по річці, раптово зіштовхнулося з однією з опор моста. Якщо ж говорити точніше, то відбувся несподіваний навал плавзасобу на верховий бік опори № 4, яка є однією з двох головних опор центрального прогону висячої будови моста (рис. 24, *в*). Вказаний аварійний випадок міг би мати дуже серйозні негативні наслідки аж до руйнування споруди, проте завдяки щасливому збігу обставин цього не трапилося. Причини ж цього сприятливого перебігу подій пов'язані з тим, що всі руслові опори моста мають захист від розмивів у вигляді достатньо щільної й міцної кам'яної обкидки. І саме ця обкидка, прийнявши на себе та поглинувши повну енергію удару від навалу й при цьому тільки трохи деформувавшись вчасно зупинила судно, не давши йому змогу пошкодити опору. Таким чином, в результаті цього вдало завершеного аварійного інциденту маємо тільки дещо зім'яту кам'яну обкидку зі слідом від форштевня плавзасобу (який дуже чітко вбачається на рис. 28) і не постраждалу опору моста.

Аналіз результатів обстеження конструкції моста, а також результатів розрахунків вантажопідйомності, визначення залишкового ресурсу моста та експертної оцінки технічного стану споруди дозволив виконати оцінювання та прогнозування технічного стану моста відповідно до вимог [4].



Рис. 28. Слід в кам'яній обкидці, що залишив фортштєвень плавзасобу під час зіткнення

За результатами цього оцінювання технічний стан елементів моста відповідає наступним експлуатаційним станам: ланцюги висячих прогонів – стан 3 (працездатний); підвіски висячих прогонів – стан 4 (обмежено працездатний); пілони – стан 3 (працездатний); перильна огорожа – стан 4 (обмежено працездатний); мостове полотно – стан 1 (справний); прогонова будова – стан 4 (обмежено працездатний); опори та опорні частини – стан 3 (працездатний); підходи – стан 2 (обмежено справний). Тому експлуатаційний стан моста в цілому, за найнижчим із показників експлуатаційного стану основних конструкцій, кваліфіковано як 4 – обмежено працездатний.

Відповідно визначеному експлуатаційному стану моста стандартом [4] для забезпечення його безаварійної експлуатації передбачено проведення обстежень за спеціальним графіком і виконання капітального ремонту за спеціально розробленим проектом, оскільки всі дефекти несних конструкцій моста дають можливість прогнозувати погіршення технічного стану прогонових будов споруди та опор, якщо найближчим часом не будуть виконані ремонтні заходи.



## **Література**

- [1] Шимановський О. В. Аварійна ситуація на мосту ім. Є. О. Патона та заходи щодо її вирішення / О. В. Шимановський, Д. О. Котлубей, В. В. Шалінський // Промислове будівництво та інженерні споруди. – 2018. – № 4. – С. 30–33.
- [2] Мости та труби. Навантаження і впливи : ДБН В.1.2-15:2009. – Офіц. вид. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 66 с. : рис., табл. - (Споруди транспорту Державні будівельні норми України).
- [3] Мости та труби. Основні вимоги проектування : ДБН В.2.3-22:2009. – Офіц. вид. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 73 с. – (Споруди транспорту. Державні будівельні норми України).
- [4] Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів : ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012 – Офіц. вид. – К. : Мінрегіон України, 2013. – 45 с. – (Національний стандарт України).

## **Современное техническое состояние внеклассных металлических мостов г. Киева**

**Шимановский А. В.**, член-корреспондент НАН Украины,  
заслуженный деятель науки и техники Украины, д-р техн. наук

Украинский институт стальных конструкций имени В. Н. Шимановского, Украина

**Аннотация.** Предметом рассмотрения выступает техническое состояние наиболее важных внеклассных металлических мостов г. Киева. Основное внимание в работе уделено проведенным комплексным специальным обследованием мостов и полученным по итогам этих обследований результатам. Описаны примененные конструктивные решения при проектировании мостов, освещены общие факты из истории их эксплуатации, в том числе, о проведенных обследованиях, ремонтах и реконструкциях. Приведено подробное описание существующих дефектов пролетных, опорных и вспомогательных мостовых конструкций. Представлены результаты анализа грузоподъемности, определения остаточного ресурса, экспертной оценки технического состояния, оценки и прогнозирования технического состояния мостов. Указаны эксплуатационные состояния основных конструктивных элементов мостов и мостов в целом. Даны рекомендации по проведению постоянного мониторинга технического состояния, регламентных обследований, ремонтов и реконструкций мостов.

**Ключевые слова:** внеклассные мосты, металлические конструкции, вантовые системы, висячие системы, обследование, техническое состояние, дефекты.

## **Current Technical Condition of Out-of-Class Metal Bridges in Kyiv**

**O. Shimanovsky**, Corresponding Member of the NASU, Honoured Worker of Science and Technology of Ukraine, Dr. Sc. (Eng.)

V. Shimanovsky Ukrainian Institute of Steel Construction, Ukraine

**Abstract.** The subject of consideration is the technical condition of the most important out-of-class metal bridges in Kiev. The main focus of the work is on a comprehensive special examination of bridges and the results obtained from these surveys. The constructive solutions applied in the design of bridges are described and general facts from the history of their operation including surveys, repairs and reconstruction are highlighted. A detailed description of existing defects of span, support and auxiliary bridge structures is given. The results of load capacity analysis, residual life determination, expert evaluation of the technical condition, assessment and forecasting of the technical condition of bridges are presented. Operational states of the main structural elements of bridges and of the bridges in general are indicated. Recommendations are given on the on-going monitoring of the technical condition, routine inspections, repairs and reconstruction of bridges.

**Key words:** out-of-class bridges, metal structures, cable systems, suspended systems, inspection, technical condition, defects.

*Надійшла до редколегії 21.11.2018 р.*