

## МІСТ ІМ. Є.О. ПАТОНА – НИНІШНІЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Наразі в Україні має місце складна ситуація в частині безпечної експлуатації транспортних споруд (мостів, естакад, шляхопроводів та ін.). Останнім часом проблема значно загострилася, що пов'язано з низкою несприятливих факторів, зокрема: недотриманням термінів періодичності обстеження мостів, недостатніми обсягами фінансування, відсутністю чіткого стратегічного плану вдосконалення експлуатації мостів. Проте, у 2017 р. на цю проблему нарешті звернули увагу й у м. Києві розпочалися комплексні спеціальні обстеження транспортних споруд із метою визначення їх дійсного технічного стану. До переліку мостів, які підлягають повному обстеженню, увійшов і міст ім. Є. О. Патона (рис. 1).

**Характеристика моста.** Збудований у 1953 р. міст ім. Є.О. Патона є першим у світі суцільнозварним великогабаритним автодорожнім мостом. Це унікальна інженерна споруда, найбільша на той час у світі, яка має значну історичну цінність і не тільки увійшла до анналів світового мостобудування, а й стала гордістю міста, його візитною карткою. Наказом Комітету охорони та реставрації пам'яток №10 від 16.05.1994 р. міст ім. Є.О. Патона віднесено



**О.В. Шимановський**  
генеральний директор  
ТОВ «Укрінсталькон  
ім. В.М. Шимановського»,  
член-кореспондент НАН України,  
заслужений діяч науки і техніки  
України, д.т.н., професор



**Д.О. Котлубей**  
в.о. начальника  
Комунального підприємства  
по ремонту та утриманню мостів  
і шляхів м. Києва «Київавтошляхміст»



**В.В. Шалінський**  
заступник завідувача відділу  
мостових та спеціальних споруд  
ТОВ «Укрінсталькон  
ім. В.М. Шимановського», к.т.н.,  
старший науковий співробітник

до нововиявлених пам'яток архітектури. У 1995 р. міст отримав визнання Американської асоціації зварювання як видатна зварна конструкція.



Рис. 1. Загальний вигляд моста ім. Є.О. Патона

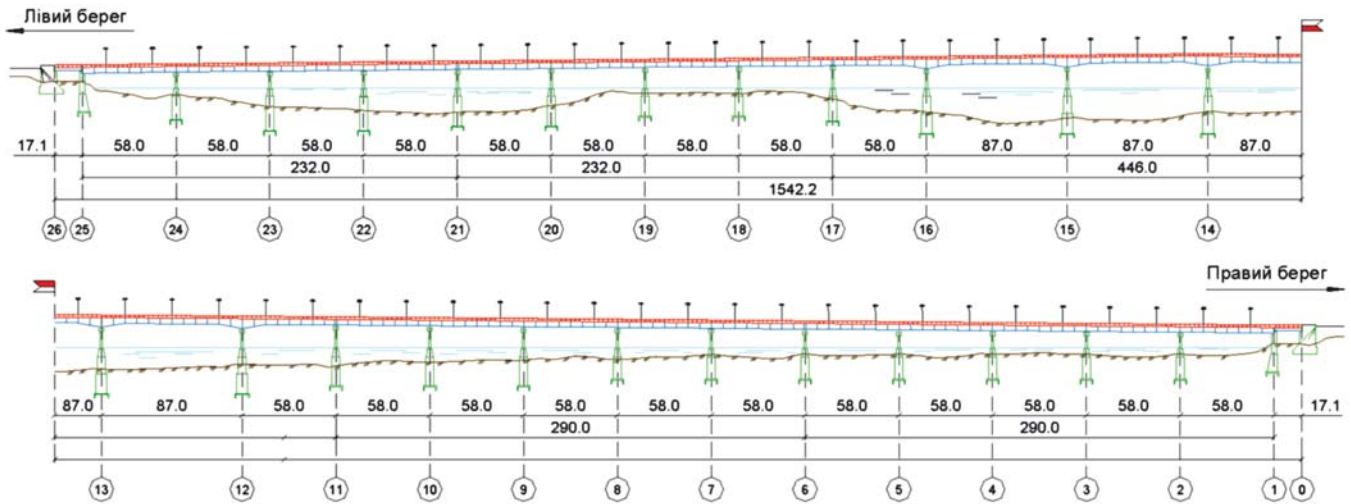


Рис. 2. Фасад моста ім. Є.О. Патона

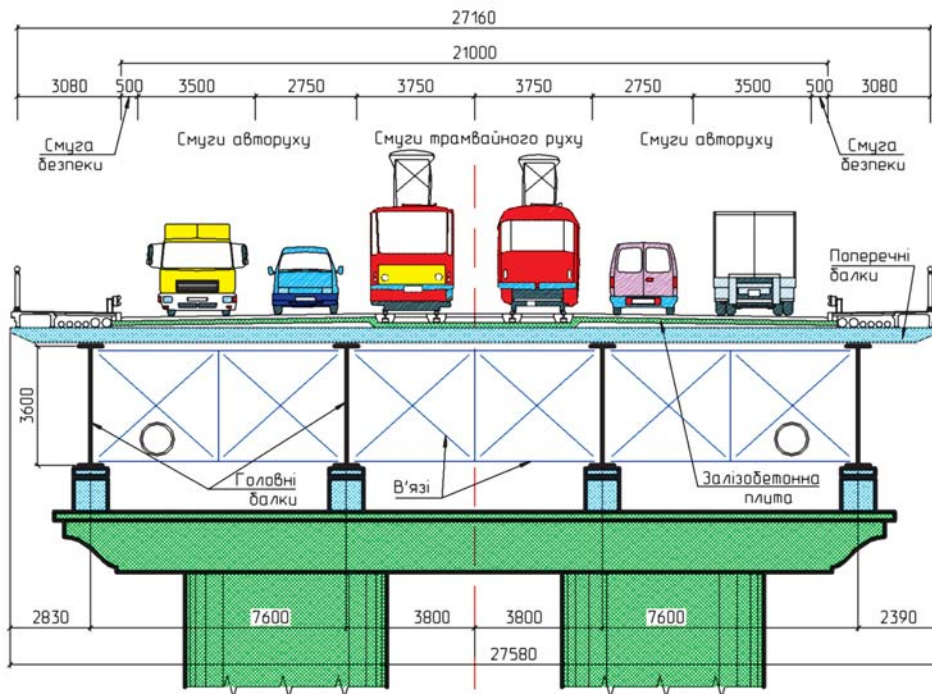


Рис. 3. Поперечний переріз моста ім. Є.О. Патона

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

Міст має наступні прогони: у заплавної частині – 58,0 м, у судноплавній – 87,0 м і біля берегів – 17,1 м. Прогонові будови моста виконані суцільнозварними балковими нерозрізними і складаються з чотирьох головних балок, об'єд-

наних у поперечних перерізах в'язями з кутиків. Розбиття на нерозрізні прогонові будови прийняте наступне:  $(4 \times 58) + (4 \times 58) + (58 + 4 \times 87 + 58) + (5 \times 58) + (5 \times 58) = 1508$  м.

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

Маса усіх металевих конструкцій моста становить 10 тис. тонн.

Проїзна частина моста складається з металевих поперечних балок із прокатних двотаврів, розміщених поповерхово з кроком 2,9 м, на які, в свою чергу, укладена монолітна залізобетонна плита завтовшки 160 мм, об'єднана з балками за допомогою упорів задля забезпечення їхньої сумісної роботи у вигляді сталезалізобетонної конструкції.

Проїзна частина моста виконана за принципом балок із перерваними в'язями. Упори, що об'єднують залізобетонну плиту з нерозрізними поперечними балками, приварені в межах ділянок додатних моментів, що перетворює плиту в своєрідний шпренгель, який розвантажує поперечні балки. Крім того, прийняте поповерхове розміщення поперечних балок максимально зменшує кількість зварних швів. На опорних ділянках плита ізольована від металу спеціальними бітумними обмазками. Перильна огорожа – з художнього литва, чавунна.

Деформаційні шви проїзної частини прийняті сталевими, пружинного типу і виконані на опорах № 0, 6, 11, 17, 21 та 25. У межах тротуарних блоків розміщені кабелі комунікаційних мереж і електроживлення. Між головними балками у 1968 р. прокладено дві нитки теплотраси діаметром 800 мм. А вздовж моста, по обидва боки його головних балок, розташовані за висотою у два яруси оглядові службові проходи.

Опори моста виконані на глибокій кесонній основі. Причому в надводній частині опори складаються з двох залізобетонних колон та ригеля. Опорні частини – із сталевих литва з балансирами і сталевими котками.

Розрахункову інтенсивність руху під час проектування було прийнято такою, що дорівнює 10 тис. авт. на добу. Проте, за даними контрольних замірів, інтенсивність руху на мосту становила (тис. авт. на добу): 1963 р. – 38,1; 1974 р. – 61,0; останні роки – 70,0; години «пік» – 80,0–85,0. Наголосимо, що зазначена ситуація призвела не тільки до різкого зменшення реальної швидкості руху автотранспорту по мосту до 5–10 км/год, а й до раптового виникнення багатокілометрових заторів при найнезначнішому порушенні рівномірності руху, не кажучи вже про аварії чи поломки автомобілів.

**Історія експлуатації моста.** У 1962 р. у зв'язку з набранням чинності нових технічних умов на проектування залізничних, автодорожніх та міських мостів [1] виникла необхідність пе-

ревірки конструкції моста на нові рухомі навантаження з автомобілями вагою 30 тс та нормативним навантаженням на тротуари 400 кгс/м<sup>2</sup>, що на 100 кгс/м<sup>2</sup> перевищує проектне. Крім цього, за період експлуатації моста збільшилось постійне навантаження за рахунок додаткового прокладання труб тепломережі, комунікацій зв'язку й збільшення товщини асфальтобетонного покриття. За результатами перевірочних розрахунків було виконано підсилення поперечних балок біля температурних швів і встановлені додаткові ребра жорсткості в окремих відсіках вертикальних стінок головних балок.

У 1985 р. ТОВ «Український інститут сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського» (на той час ДПІ «УкрНДІпроектстальконструкція») розробив проект, який містив результати обстеження всіх конструкцій прогонової будови та проїзної частини моста, а також рекомендації щодо усунення дефектів конструкцій моста. При цьому були виконані перевірочні розрахунки згідно з новими на той час будівельними нормами [2] за трьома варіантами розміщення рухомих навантажень на мосту та обрано найбільш оптимальний варіант, при якому пропускна спроможність є найбільшою, а саме: 2 смуги для руху трамвая та 4 смуги автомобільного руху, з яких 2 смуги передбачають рух виключно легкового автотранспорту. Причому зазначену схему руху було запропоновано як тимчасову – до виконання капітального ремонту проїзної частини моста.

За даними обстежень, проведеними ТОВ «Український інститут сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського» у період із 1986 р. по 1993 р., стан металокопункцій моста постійно погіршувався у зв'язку з прогресуючою корозією елементів в'язей та деформаційних швів і у 1993 р. був визнаний незадовільним, що потребувало підсилення окремих конструкцій. З урахуванням наданих рекомендацій у 1994–1998 рр. були виконані роботи з підсилення металокопункцій моста: поперечних балок, вертикальних в'язей та оглядових проходів.

У 2001 р. ТОВ «Український інститут сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського» проведено обстеження з метою оцінки технічного стану та ступеня корозійного ураження металевих несних та допоміжних конструкцій: головних та поперечних балок, в'язей, оглядових проходів, а також залізобетонної плити проїзної

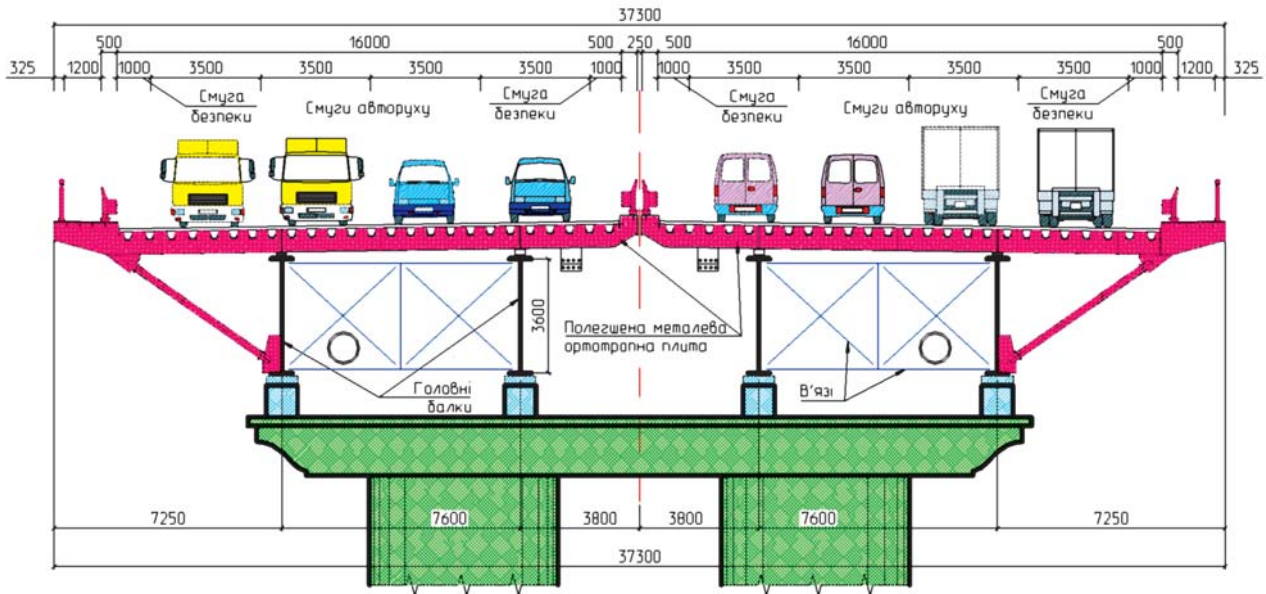


Рис. 4. Поперечний переріз моста ім. Є.О. Патона після реконструкції

частини. Крім цього, виконано огляд деформаційних швів, опорних частин, стовпів освітлення, перильної огорожі та тротуарних плит. Технічний стан металоконструкцій головних балок, в'язей, опорних частин та залізобетонних опор був класифікований як працездатний. Технічний стан поперечних балок, залізобетонних плит проїзної частини та тротуарних балок і плит визначено як обмежено працездатний, а подекуди як аварійний. Вони вимагали заміни, тому що ремонт їх був малоефективним, а інколи навіть неможливим.

У 2004 р. було знято трамвайні колії та покладено нове асфальтобетонне покриття. Це дозволило збільшити кількість смуг руху до семи. Така дорожня розмітка існує до цього часу.

У 2012 р. за проектом ТОВ «Український інститут сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського» було виконано капітальний ремонт тротуарів на мосту, замінено бар'єрну огорожу, відремонтовано деформаційні шви, підсилено стовпи освітлення.

У 2017 р. було покладено нове дорожнє покриття на проїзній частині.

Особливо слід зазначити, що у 2004 р. ТОВ «Український інститут сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського» за участю Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона розроблено техніко-економічне обґрунтування комплексної реконструкції моста ім. Є.О. Патона, яким передбачалось із урахуванням розширення під'їзду до моста з боку лівого берега розширення його

проїзної частини з 21,0 м до 33,25 м, що дало б змогу забезпечити пропускання по мосту восьми смуг руху автотранспорту (рис. 4). При цьому конструкції монолітної залізобетонної плити проїзної частини та поперечних балок повинні були бути замінені полегшеною металевою ортотропною плитою.

Як вбачається з рисунка 4, на проїзній частині, що складається з двох блоків плит, планувалось розмістити: вісім (чотири у кожному напрямку) смуг автомобільного руху по 3,50 м; чотири смуги безпеки по 1,0 м; роздільну смугу по осі моста завширшки 1,25 м з бар'єрною огорожею, два тротуари для проходу пішоходів по 1,2 м, а також дві смуги з бар'єрною огорожею на кожному тротуарі по 0,5 м. Ліхтарні щогли планувалось встановити по осях перильної огорожі.

Що ж стосується полегшеної ортотропної плити, то вона була запроектована з трьох основних конструктивних елементів: листового металевих настилу завтовшки 14 мм; поперечних балок таврового перерізу заввишки 700 мм із товщиною стінки 10 мм і пояса 20 мм, а також поздовжніх ребер трапецієподібного перерізу розміром 320×90×250 мм із товщиною стінки 6 мм, які проходять у вирізах стінок поперечних балок.

Крок поздовжніх ребер поперек моста становить 630 мм, а поперечних балок – 3625 мм. Консольні підкоси з труб діаметром 273×8 мм планувалось встановити з кроком 7,25 м у місцях розміщення існуючих поперечних в'язів.

Крім того відзначимо, що прийняті замкнені поздовжні ребра ортотропної плити мають низку позитивних властивостей, а саме: більшу жорсткість на згин та кручення, а також незначні деформації від рухомих навантажень. Важливою перевагою використання замкнених ребер є також показник економічності, оскільки вага плити з замкненими ребрами менша порівняно з плитою з відкритими (вертикальними) ребрами.

Однак, на превеликий жаль, через брак коштів подальші роботи з комплексної реконструкції моста ім. Є. О. Патона були призупинені.

**Нинішній стан конструкцій моста.** У 2017 р. проведено чергове комплексне спеціальне обстеження моста ім. Є.О. Патона, за результатами якого встановлено, що виявлені основні дефекти конструкцій моста, причини їх виникнення та розвитку є наслідками незадовільного експлуатаційного утримання споруди. Виявлені дефекти негативно впливають на довговічність конструкцій, знижують безпеку та комфортність руху по мосту, а в окремих випадках навіть зменшують його несну здатність.

Серед виявлених дефектів конструкцій моста в першу чергу привертають увагу такі, що потребують негайного ремонту, в тому числі шляхом заміни конструкцій:

- вивали фрагментів кам'яної кладки опори № 21 (рис. 5, а). Дефект знаходиться у зоні коливання рівня води та вимагає невідкладного поновлення кладки;
- часткове руйнування бетону ригеля опори № 11 під підферменником (рис. 5, б). Першочерговими заходами для опори №11 визначено термінове виконання ремонтних робіт із відновлення ригеля опори та підферменників верхових головних балок прогонових будов;
- окремі горизонтальні в'язі у прогоні 16–17 розірвані внаслідок 100 % корозії та вимагають заміни (рис. 5, в);
- корозія та руйнування елементів деформаційних швів та прилеглих поперечних балок. Деформаційні шви застарілого типу не відповідають вимогам безпеки руху та вимагають капітального ремонту – заміни на шви сучасного конструктивного рішення, а також заміни поперечних балок у місцях деформаційних швів (рис. 5, г);
- корозія і руйнування вузлів кріплення стовпів освітлення (рис. 5, д), що негативно

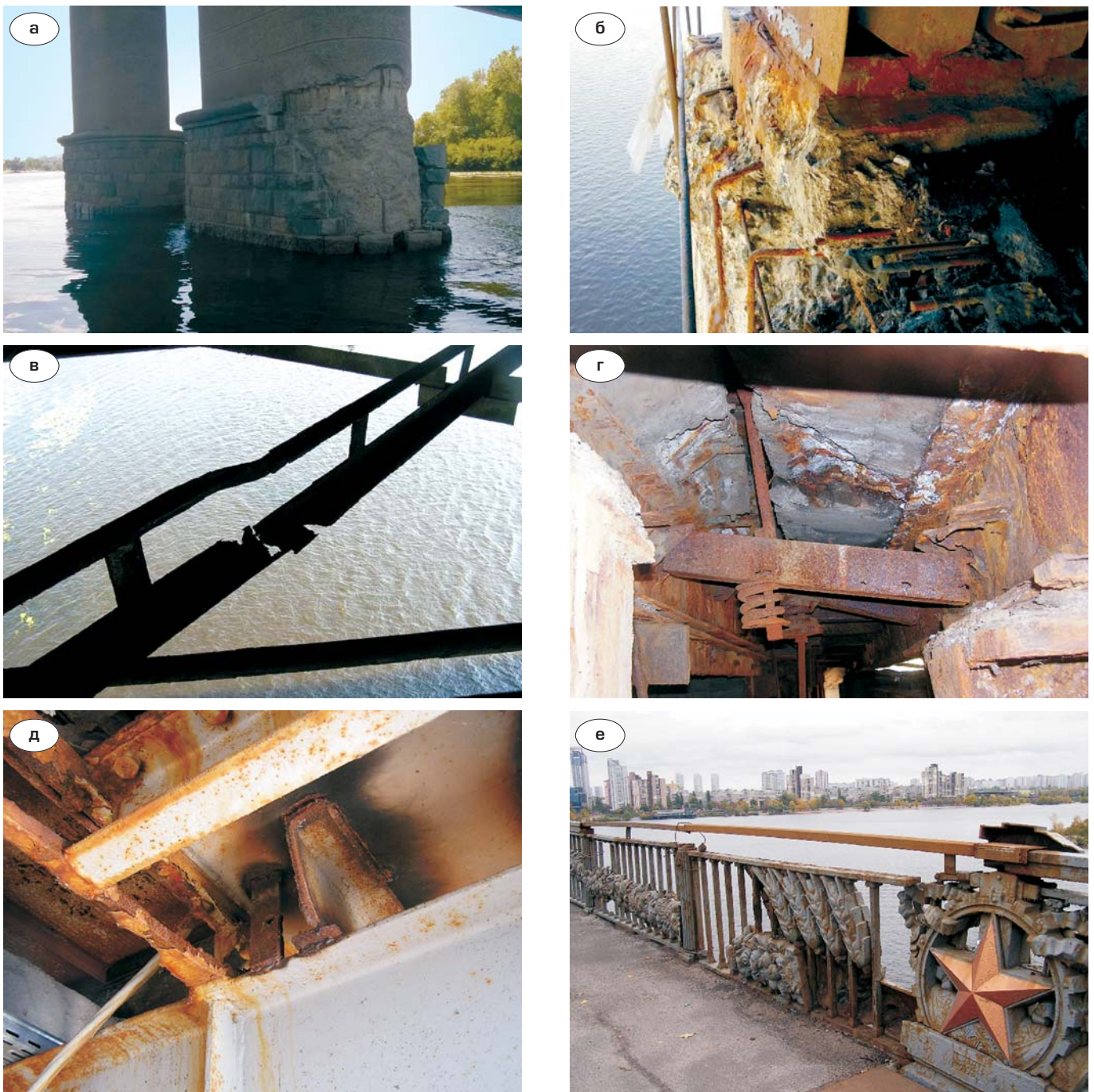
впливає на безпеку руху автомобілів на проїзній частині та перехожих на тротуарах. Стовпи освітлення потребують якнайшвидшого ремонту, рекомендовано замінити їх новими;

- руйнування секцій перильної огорожі та їх кріплень (рис. 5, е), що загрожує безпеці пішоходів. Оскільки майже всі конструкції перил знаходяться в аварійному стані, то вони вимагають повної заміни.

У цьому сенсі варто підкреслити, що якщо невідкладно не виконати ремонт проміжних опор № 21 та № 11, а також ремонт деформаційних швів із заміною прилеглих поперечних балок та в'язей прогонових будов у прогоні 16–17, то найближчим часом міст перейде до експлуатаційного стану 5 (непрацездатний), так як зазначені елементи моста являються одними з основних. У той же час невиконання невідкладних робіт із капітального ремонту (заміни) перил та стовпів освітлення загрожує безпеці руху автотранспорту та пішоходів та може призвести до непоправних наслідків.

Крім наведених вище дефектів, виявлені також наступні:

- корозійне пошкодження головних балок прогонових будов, особливо в місцях протікання води крізь деформаційні шви (рис. 6, а);
- корозія значної кількості елементів в'язей, в окремих місцях до 15–20 % поперечного перерізу;
- поверхнева корозія та бруд на опорних частинах, нестача частини їхніх захисних кожухів (рис. 6, б);
- корозія поперечних балок сталезалізобетонної плити, особливо в місцях деформаційних швів (рис. 6, в);
- корозія бетону залізобетонної плити проїзної частини (через порушення гідроізоляції), руйнування захисного шару бетону, руйнування плити в місцях розташування деформаційних швів внаслідок незадовільного стану останніх (рис. 6, г);
- порушення гідроізоляції тротуарних блоків;
- низка дефектів проміжних опор: протікання води на опори крізь деформаційні шви з супутнім вилуговуванням бетону, руйнування бетону зливної призми опор, корозія металу та відсутність в окремих місцях перильної огорожі по периметру ригелів, част-



**Рис. 5. Дефекти конструкцій моста ім. Є.О. Патона, які вимагають негайного усунення:**

**а** – вивали фрагментів кам'яної кладки опори № 21; **б** – часткове руйнування бетону ригеля опори № 11 під підферменником; **в** – корозійне руйнування горизонтальних в'язей у прогоні 16–17; **г** – корозія та руйнування елементів деформаційних швів та прилеглих поперечних балок; **д** – корозія та руйнування вузлів кріплення стовпів освітлення; **е** – руйнування секцій перильної огорожі та їх кріплень

кове руйнування гранітного облицювання цоколів опор, а також сколи бетону, тріщини, оголення та корозія арматури підферменників, ригелів та колон опор (рис. 6, д);

- дефекти стоянів: тріщини в декоративному камені на бокових масивах опор, локальне вилуговування розчину кладки й бетону

шафної стінки, сколи декоративних каменів та відсутність деяких облицювальних елементів;

- тріщини в асфальтобетонному покритті окремих ділянок тротуарів на стиках тротуарних блоків та плит, поблизу деформаційних швів;



**Рис. 6. Дефекти конструкцій моста ім. Є.О. Патона:**

**а** – корозійне пошкодження головних балок прогонових будов; **б** – дефекти опорних частин; **в** – корозія поперечних балок; **г** – руйнування захисного шару бетону залізобетонної плити проїзної частини; **д** – сколи бетону, оголення та корозія арматури елементів опор; **е** – відсутність настилу оглядового проходу

- значні дефекти службових оглядових проходів: корозія металу несних елементів проходів, повна відсутність настилів ( $\approx 5\%$  від загальної кількості), руйнування перильної огорожі проходів, відсутність проходів у берегових прогонах (рис. 6, е);
- пошкодження розчину швів кладки гранітних тумб та парапетів на підходах моста.

Аналіз результатів виконаних розрахунків вантажопідйомності моста відносно рухомого навантаження Н-30 свідчить, що максимальна вага автомобіля у колоні становить 12 тс, що не відповідає чинним нормам [4]. У зв'язку з цим перед мостом необхідно встановити попереджувальні знаки, що обмежують в'їзд на нього важковагового транспорту, а саме: тиск на

одиначну вісь автомобіля не має перевищувати 7 тс. При цьому, максимальна вага окремих одиничних транспортних засобів становить 17 тс.

Обмеження швидкості руху автотранспорту по мосту не вводилось і становить 60 км/год, як і загалом в межах міста.

Проїзна частина моста має розмітку на 7 смуг (завширшки 3,0 м) без смуг безпеки та розділової смуги. Останнє абсолютно не відповідає чинним нормам, так як згідно з [3] ширина смуг руху повинна становити 3,75 м, при цьому необхідно передбачати смуги безпеки завширшки 2,0 та 1,0 м, а також розділову смугу.

Аналіз результатів обстеження конструкцій моста, а також результатів розрахунків вантажопідйомності, визначення остаточного ресурсу моста та експертної оцінки технічного стану споруди дозволив виконати оцінку та прогнозування технічного стану моста відповідно до вимог [5]. Результати цієї оцінки полягають у наступному: проїзна частина – стан 4 (обмежено працездатний); прогонова будова – стан 4 (обмежено працездатний); опори та опорні частини – стан 4 (обмежено працездатний); фундаменти – стан 3 (працездатний); 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.

Після виконання усіх ремонтних робіт, в першу чергу невідкладних, міст перейде з 4-го у 3-й експлуатаційний стан – працездатний. Враховуючи складність та обсяги ремонтних робіт, пов'язаних із приведенням несних конструкцій

проїзної частини (зокрема – поперечних балок) до належного технічного стану, рекомендовано розглянути можливість реконструкції моста з повною заміною зазначених конструкцій.

**Висновки.** Виходячи з вищевикладеного, можна дійти наступних висновків:

- наразі міст ім. Є.О. Патона перебуває у незадовільному технічному стані та вимагає негайного проведення ремонтних робіт, в першу чергу – невідкладних. Зволікання призведе до подальшої деградації конструкцій і міст перейде до непрацездатного експлуатаційного стану, що унеможливить його безпечну експлуатацію;
- враховуючи технічний стан конструкцій моста, зокрема несних конструкцій проїзної частини, а також складність і низьку ефективність їх відокремленого ремонту доцільно провести комплексну реконструкцію моста ім. Є. О. Патона, спираючись при цьому на розроблене у 2004 р. ТОВ «Український інститут сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського» техніко-економічне обґрунтування, з розширенням його проїзної частини до 33,25 м (шляхом заміни монолітної залізобетонної плити проїзної частини на полегшену металеву ортотропну плиту і встановлення консольних підкосів) й організації восьми смуг руху автотранспорту;
- результати обстеження вкотре підтвердили, що недотримання правил експлуатації транспортних споруд та несвоєчасне проведення необхідних ремонтних заходів призводить до зниження довговічності конструкцій та негативно впливає на безпеку експлуатації споруд.

[1] СН 200-62 «Технические условия проектирования железнодорожных, автодорожных и городских мостов и труб», 1962. – 328 с.  
[2] СНиП 2.05.03-84\* Мосты и трубы. – М.: Минстрой, 1996.  
[3] ДБН В.2.3-22:2009 Мости і труби. Основні вимоги проектування. – К: Мінрегіонбуд України, 2009.  
[4] ДБН В.1.2-15:2009 Мости та труби. Навантаження і впливи. – К: Мінрегіонбуд України, 2009.

[5] ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012 Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів, 2012. – 45 с.

[6] ДБН В.2.3-6:2009 Мости та труби. Обстеження і випробування, 2009. – 63 с.

Надійшла 13.02.2018 р. 