

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ ЗА МОЖЛИВИХ ТЕРОРИСТИЧНИХ АКТІВ НА ПОЗАКЛАСНИХ МОСТАХ

Наразі в Україні у зв'язку з воєнними діями на сході країни існує високий рівень потенційної терористичної загрози не лише у цих регіонах, але й в інших областях країни. Через це Службою безпеки України відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України № 92 від 18.02.2016 р. «Про затвердження Положення про єдину державну систему запобігання, реагування і припинення терористичних актів та мінімізації їх наслідків» визначено чотири рівня терористичної загрози для регіонів України, а саме:

- «червоний» найвищий рівень, що означає реальну загрозу й призначається у разі вчинення терористичного акту, – це Донецька і Луганська області та анексована Росією Автономна Республіка Крим;
- «жовтий» рівень свідчить про ймовірну загрозу й встановлюється за наявності підтвердженої інформації про підготовку до вчинення терористичного акту. Його набули Запорізька, Миколаївська, Одеська, Сумська, Харківська, Херсонська і Чернігівська області;
- «синій» рівень вказує на потенційну загрозу й призначається за наявності інформації, що потребує підтвердження про підготовку до вчинення терористичного акту. Його отримали Дніпропетровська, Закарпатська, Рівненська, Хмельницька, Черкаська, Чернівецька, Київська області та м. Київ;
- «сірий» рівень означає можливу загрозу й встановлюється за наявності факторів (умов), що сприяють вчиненню терористичного акту. Цей рівень надано Вінницькій, Волинській, Житомирській, Івано-Франківській, Кіровоградській, Львівській, Полтавській і Тернопільській областям.

Цілком зрозуміло, що вірогідність терористичної загрози в першу чергу безпосередньо стосується об'єктів, які мають стратегічне значення, зокрема позакласних мостів, належне функціонування яких безсумнівно є запорукою стабільного транспортного сполучення у державі. У цьому сенсі нагадаємо, що безпеці мостів в Україні приділялась підвищена увага за часів СРСР під час холодної війни, складовою якої



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



В.В. Шалінський
завідувач відділу
мостів та спеціальних споруд
ТОВ «Укрінсталькон
ім. В.М. Шимановського», к.т.н.,
старший науковий співробітник

було прогнозування варіантів можливого руйнування стратегічно важливих мостових споруд й методів їх якнайшвидшого відновлення. Останнім часом ця проблема в Україні знову набула актуальності, а чинні нормативні документи [1, 2] не передбачають проведення подібних робіт, тому розглянемо вірогідні варіанти руйнування при терористичних нападах деяких позакласних мостів і методи їх якнайшвидшого відновлення.

Прогнозовані наслідки терористичних актів і методи їх усунення. Вбачається беззаперечним, що основним і найбільш прийнятним методом всебічного уникнення руйнівного впливу вибухової хвилі на будівлі та інженерні споруди є запобігання проведенню терористичного акту як такого. Оцінка таких загроз та вжиті заходи безпеки задля зниження відповідних ризиків детально висвітлені у статтях [3, 4]. У разі ймовірного скоєння терористичного нападу з метою мінімізації його наслідків необхідно завчасно розглянути не тільки потенційні сценарії руйнування об'єкта, а й методи його якнайшвидшого відновлення. І тому нижче наведені уявні варіанти руйнування конструкцій мостів внаслідок теракту та проектні рішення необхідних відновлювальних робіт на прикладі двох позакласних мостів у м. Києві через р. Дніпро: моста ім. Є.О. Патона та автодорожньої частини Дарницького залізнично-автомобільного мостового переходу.

Міст ім. Є.О. Патона через р. Дніпро – побудований у 1953 році. Перший у світі суцільнозварний міст балкової конструкції завдовжки 1543,0 м (рис. 1, а). Ширина проїжджої частини між бордюрами складає 21,0 м, а тротуарів для пішоходів – 3,0 м. Міст був запроєктований за нормами 1948 р. і розрахований на чотири колони автотранспорту завширшки 3,375 м кожна (без урахування смуг безпеки) і дві смуги трамвайного руху (наразі трамвайні колії демонтовані)

загальною шириною трамвайного полотна 7,5 м (рис. 1, б).

Міст має прогоны: у пойменній частині – 58,0 м, у судноплавній – 87,0 м і біля берегів – 17,1 м. Прогонові будови моста прийняті 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: $(4 \cdot 58) + (4 \cdot 58) + (58 + 4 \cdot 87 + 58) + (5 \cdot 58) + (5 \cdot 58) = 1508 \text{ м}$.

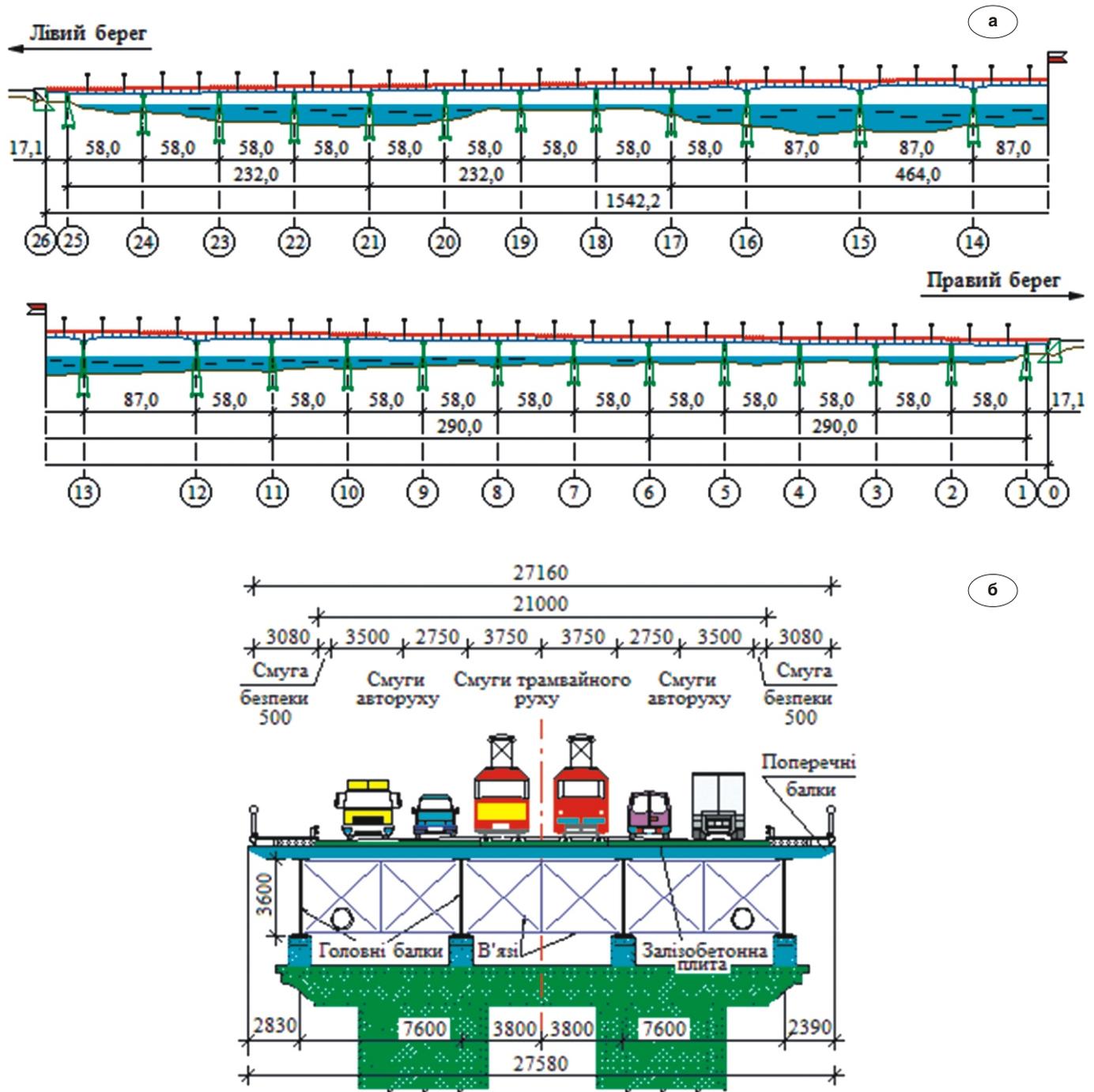


Рис. 1. Поздовжній (а) і поперечний (б) розрізи моста ім. Є.О. Патона

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

Вірогідні варіанти терористичних актів на мосту ім. Є.О. Патона та методи усунення їх наслідків. Передусім вкажемо на те, що під час останніх спеціальних обстежень моста ім. Є.О. Патона було виявлено низку дефектів мостових конструкцій [5–8], які не тільки негативно впливають на довговічність останніх, а в окремих випадках навіть призводять до зниження його загальної несної здатності. Тому з метою оцінки впливу цих факторів на напружено-деформований стан мостових конструкцій, а також задля відпрацювання конструктивних та технологічних рекомендацій з усунення наслідків терористичних актів були проведені відповідні дослідження. Для цього наявні дефекти були відображені в скінченно-елементній моделі мостових конструкцій, створеній шляхом вибору всіх вихідних даних із робочих креслень при здійсненні першочергових міцнісних і динамічних розрахунків моста ім. Є.О. Патона з проектними значеннями геометричних параметрів. Однак, внаслідок значної кількості встановлених дефектів, перед їх введенням у скінченно-елементну модель моста була виконана їхня систематизація та певне типове усереднення. В результаті було прийнято, що залежно від виду дефектів вони можуть бути відтворені в моделі двома способами: або прямим вилученням відповідних скінченних елементів у тих місцях, в яких розташовані помічені під час обстеження наскрізні діри, отвори й щілини, або шляхом коригування товщини елементів мостових конструкцій залежно від глибини їхнього корозійного пошкодження зі збереженням інших геометричних і жорсткісних параметрів.

Чисельні дослідження містили також детальне аналізування прийнятих конструктивних рішень моста ім. Є.О. Патона через р. Дніпро та впливу вибухової хвилі на сталеві будівельні конструкції з використанням відповідних методик, висвітлених у роботах [3, 4]. В результаті цих розрахунків було встановлено, що у випадку скоєння терористичного нападу на мосту в межах

прогону з застосуванням вибухового пристрою орієнтовною вагою від 160 до 200 кг (залежно від місця вчинення теракту), даний прогін буде повністю зруйновано та відновленню не підлягатиме. Проте прилеглі прогони моста загалом вціліють, а тому їх цілком можливо експлуатувати надалі після проведення необхідних ремонтних робіт. У цьому контексті привернемо увагу до того очевидного факту, що вказану кількість вибухівки на міст можна доправити виключно за допомогою транспортного засобу, бо самотужки людина таку її кількість принести на міст не в змозі.

Отже, під час проведення чисельних досліджень моста ім. Є.О. Патона з урахуванням наявних дефектів при розробленні технічних рішень відновлювальних робіт на мосту було розглянуто чотири найбільш вірогідні варіанти руйнування його конструкцій, схематичне зображення яких наведено на рис. 2–5:

- *варіант 1* – зруйнована прогонова будова прогоном 58,0 м за всією шириною моста в осях опор 6–7 у крайньому прогоні п'ятипрогонової нерозрізної балки (рис. 2);
- *варіант 2* – зруйнована опора № 9 п'ятипрогонової нерозрізної прогонової будови, а прилеглі прогони завдовжки 58,0 м обвалені (рис. 3);
- *варіант 3* – зруйнована прогонова будова прогоном 87,0 м за всією шириною моста в осях 12–13 у другому прогоні шестипрогонової нерозрізної балки (рис. 4);
- *варіант 4* – повністю зруйнована до обрізу фундаменту опора № 15 шестипрогонової нерозрізної прогонової будови, а прилеглі прогони завдовжки 87,0 м обвалені (рис. 5).

Що ж стосується сутності проектних рішень із відновлювальних робіт зазначимо наступне. В залежності від розглянутих варіантів руйнування конструкцій моста сформульовані технічні рекомендації з відновлювальних робіт за кожним варіантом окремо, які базуються на отриманих результатах розрахунків моста ім. Є.О. Патона та розробленні основних конструктивних рішень прогонових будов і опор. Зокрема для всіх чотирьох розглянутих варіантів руйнувань конструкцій моста прогонової будови, що зруйнувались або мають остаточні деформації такої величини, які роблять їх непридатними для подальшої експлуатації, передбачається замінити новими конструкціями у способи, принципові схеми яких

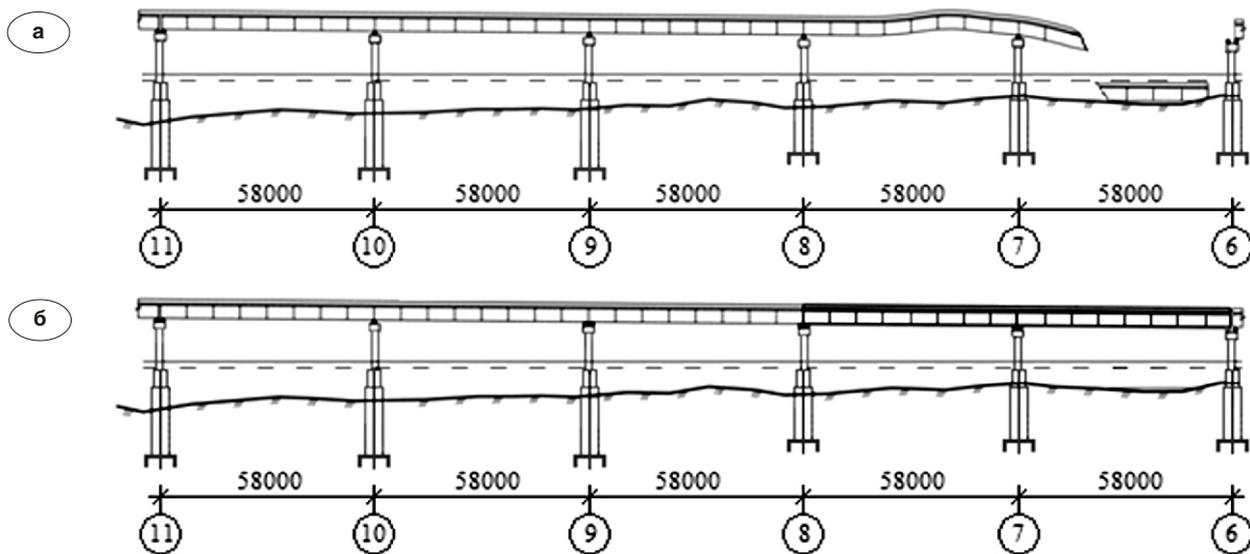


Рис. 2. Принципові схеми руйнування та відновлення конструкцій моста у випадку першого вірогідного варіанта руйнування:

а – прогонова будова після руйнування прогону 6–7; б – прогонова будова після відновлення

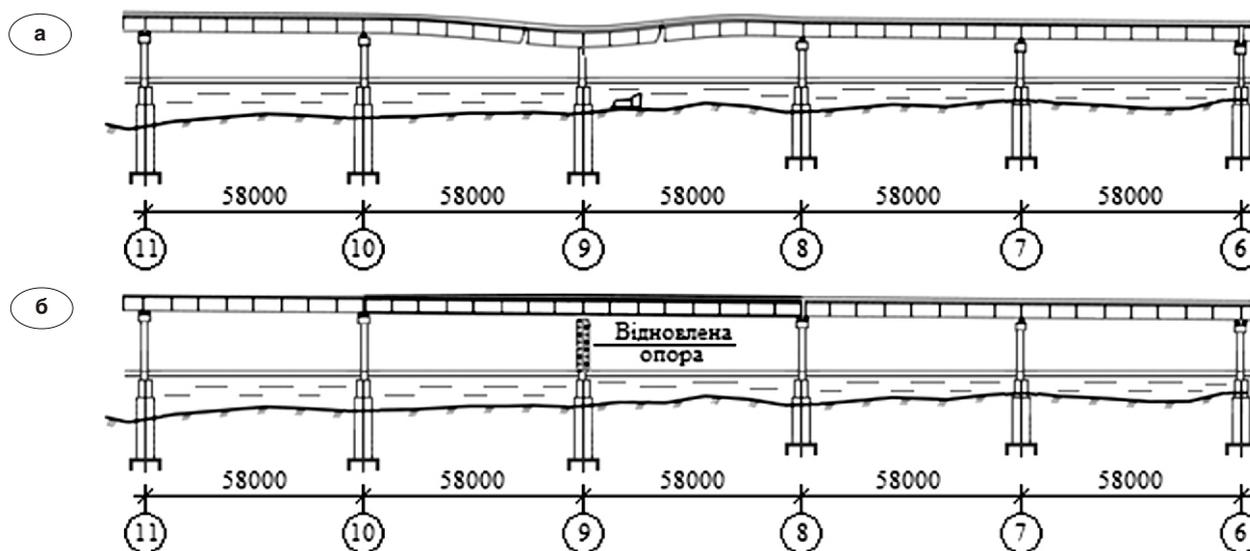


Рис. 3. Принципові схеми руйнування та відновлення конструкцій моста у випадку другого вірогідного варіанта руйнування:

а – прогонова будова після руйнування опори № 9; б – прогонова будова після відновлення

відтворені на рис. 2–5 із застосуванням чорного кольору для зображення відновлених прогонових будов. А суміжні до них прогони багатопрогової нерозрізної балки, які залишились неушкодженими і на рис. 2–5 показані сірим кольором, внаслідок руйнування одного прогону перетворюються або на розрізні, або на дво- чи чотирипрогонові замість п'яти- чи шестипрогових. Тому, з огляду на таку значну трансформацію початкової проектної схеми, зусилля в конст-

руктивних елементах вцілілих суміжних балкових прогонів збільшуються, а самі прогони за результатами перевірних розрахунків потребують деякого підсилення.

Повністю зруйновані прогони пропонується замінити заново виготовленими трьома видами подібних інвентарних будов із коробчастих сталевих балок та проїзною частиною у вигляді сталеві ортотропної плити, у першому з яких відстань між осями двох коробчастих балок складає 9500 мм,

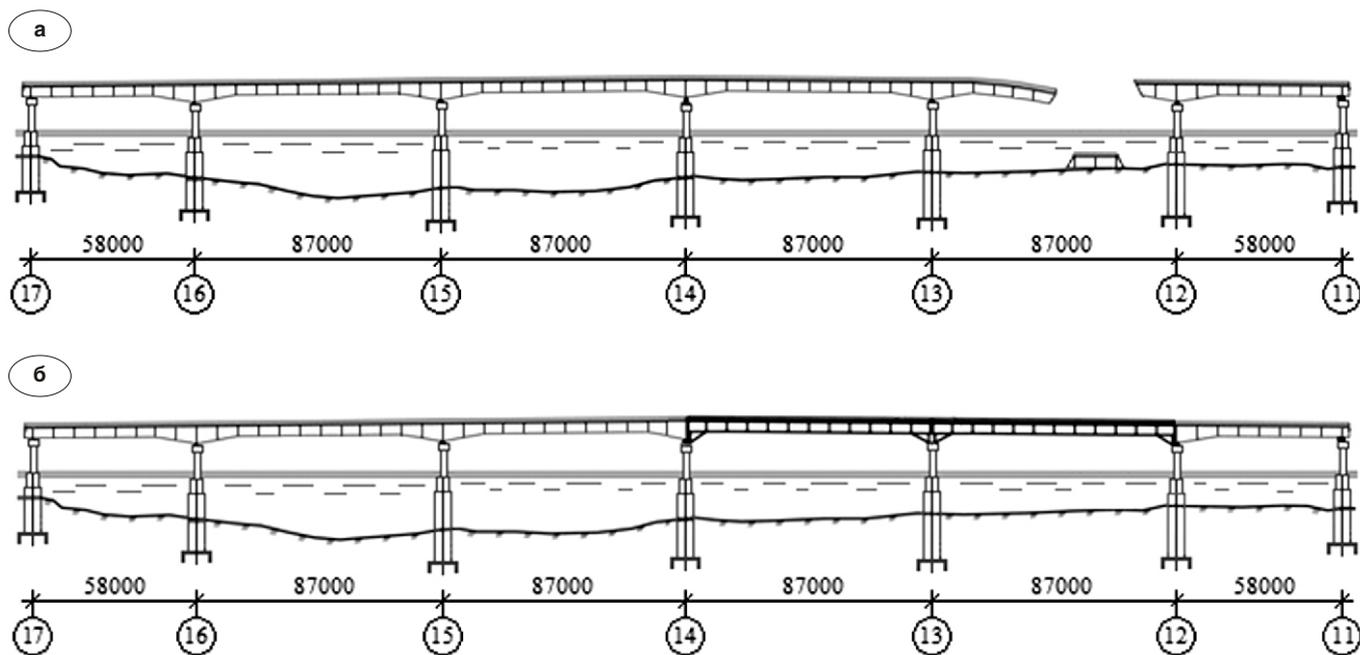


Рис. 4. Принципові схеми руйнування та відновлення конструкцій моста у випадку третього вірогідного варіанта руйнування:
 а – прогонова будова після руйнування прогону 12–13; б – прогонова будова після відновлення

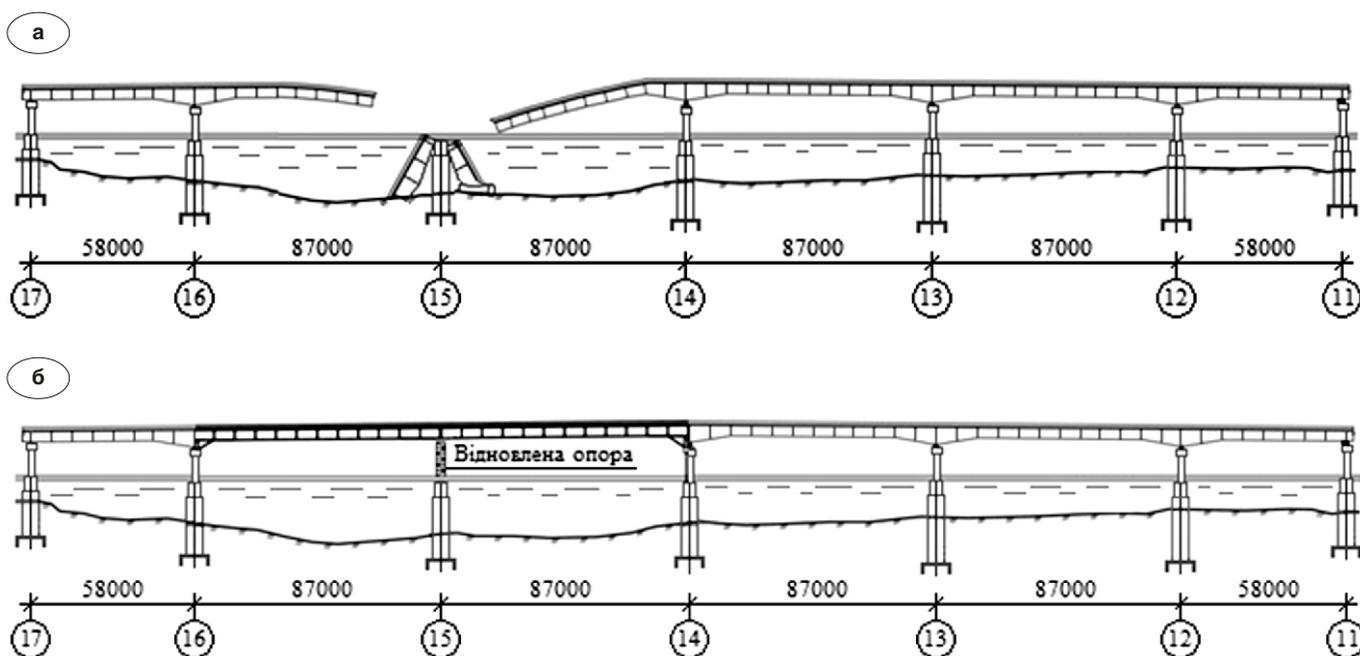


Рис. 5. Принципові схеми руйнування та відновлення конструкцій моста у випадку четвертого вірогідного варіанта руйнування:
 а – прогонова будова після руйнування опори № 15; б – прогонова будова після відновлення

у другому – 11900 мм, а в третьому планується встановити три коробчасті балки з відстанню між ними 7300 мм (рис. 6). Цікавим тут є те, що вказані відстані обумовлені тільки одним об'єктивним критерієм – розміщенням балок на опорі між опорними конструкціями неушкоджених ділянок прогонових будов. Висота балок для прогону 87,0 м

прийнята 3600 мм, а для прогону 56,0 м – 3100 мм. Зазначимо, що за результатами порівняння трьох запропонованих видів інвентарних будов найбільш економічним і найменш трудомістким у виготовленні та монтажі виявився другий варіант, в якому дві головні балки встановлюються на відстані 11900 мм між їхніми осями.

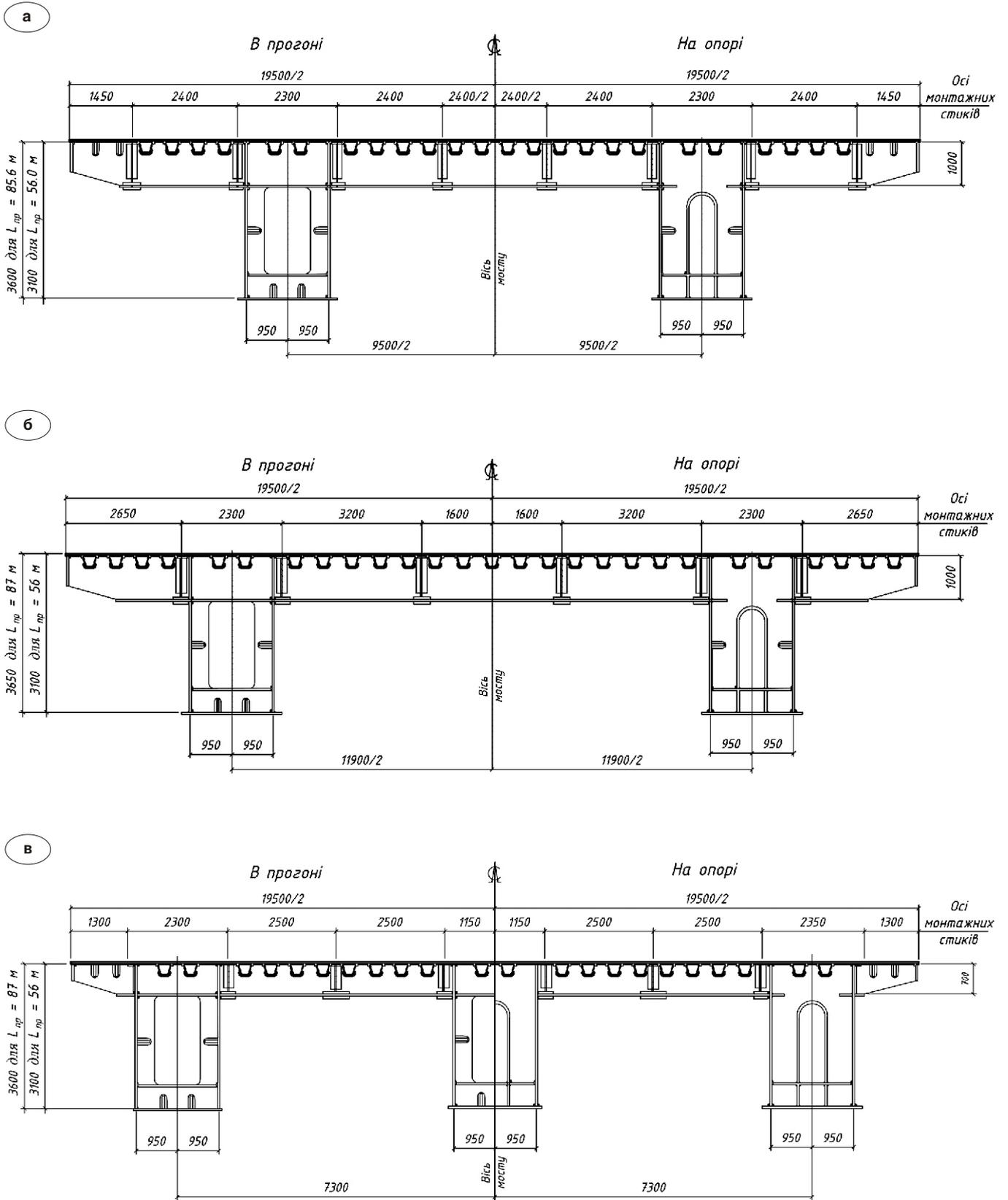


Рис. 6. Варіанти прогонових будов для заміни зруйнованих:
а – перший; б – другий (рекомендований); в – третій

Щодо конструктивного рішення пропонованого блока прогонової будови, то він складається з семи однотипних габаритних для залізничного перевезення елементів: двох блоків коробчастих балок та п'яти плит ортотропної плити. При цьому плити мають всього дві марки – проміжні та кінцеві. Головні балки прогонової будови коробчасті, прямокутного перерізу, завширшки 2300 мм та заввишки 3100 мм й 3600 мм залежно від прогону. Поперечна жорсткість прогонової будови забезпечується влаштуванням всередині балок діафрагм жорсткості та поперечних балок, встановлених із кроком 4,0 м, що відповідає кроку діафрагм. Ортотропна плита проїзної частини складається зі сталевго настилу (лист завтовшки 12 мм), поздовжніх ребер коробчастого трапецеїдального перерізу з кроком 600 мм та поперечних балок із кроком 4000 мм.

А підсилення поясів прилеглих прогонів нерозрізних прогонових будов (про що мова вже йшла раніше) провадиться шляхом приварювання додаткових листів до поясів головних балок.

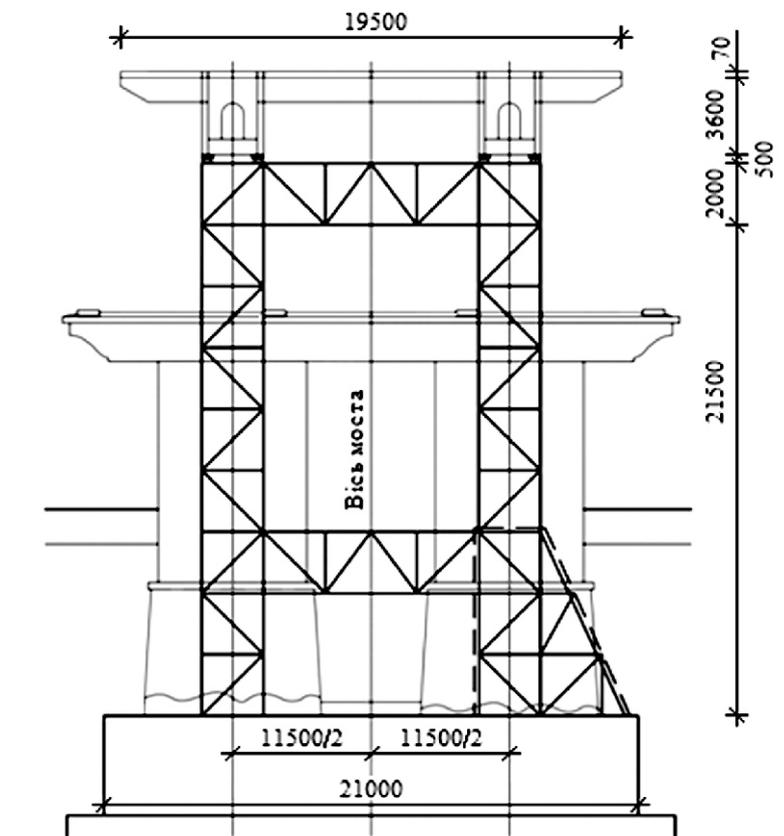


Рис. 7. Відновлена проміжна опора

У випадку руйнування проміжних опор їх відновлення передбачається виконати зі сталевих решітчастих конструкцій, які складаються з двотаврових та кутикових профілів. Пропоноване конструктивне рішення решітчастих конструкцій наведено на рис. 7.

Міркування щодо організації робіт. Головна передумова розроблення даних технічних рішень із виконання відновлювальних робіт у залежності від розглянутої схеми руйнування полягала в якнайшвидшому їх проведенні з мінімальними трудовитратами при високій індустріальності виготовлення та зручності монтажу конструкцій. Тому заради досягнення цієї мети при відновлювальних роботах практично повністю виключено застосування монолітного залізобетону. Металеві конструкції опор та прогонових будов, які замінюють зруйновані, рекомендується завчасно виготовити на заводах металоконструкцій і залежно від кранового обладнання укрупнити задля можливості їх безперешкодного доставлення до місця монтажу.

Для цього нові прогонові будови конструюються полегшеними з проїзною частиною у вигляді сталеві ортотропної плити, а опори – металевими решітчастими з об'ємних блоків. При цьому ще однією вагомою перевагою пропонованих конструктивних рішень є те, що для укрупнення прогонових будов може бути використана набережна акваторія р. Дніпро, яка має зручні причали для швартування та доставки до місця монтажу плашкоутів із понтонів, барж або інших плавзасобів.

Автодорожня частина Дарницького залізнично-автомобільного мостового переходу через р. Дніпро.

Стислий опис конструкції моста. Дарницький залізнично-автомобільний мостовий перехід через р. Дніпро (рис. 8, а) побудовано у 2004–2011 рр. із метою покращення транспортного сполучення у м. Києві, стресовий стан якого був зумовлений не лише зростанням обсягів залізничних перевезень на Київському залізничному вузлі, а й надмірною навантаженістю існуючих автомобільних мостів міста.

Проектна потужність автодорожньої частини мостового переходу – 35 тисяч

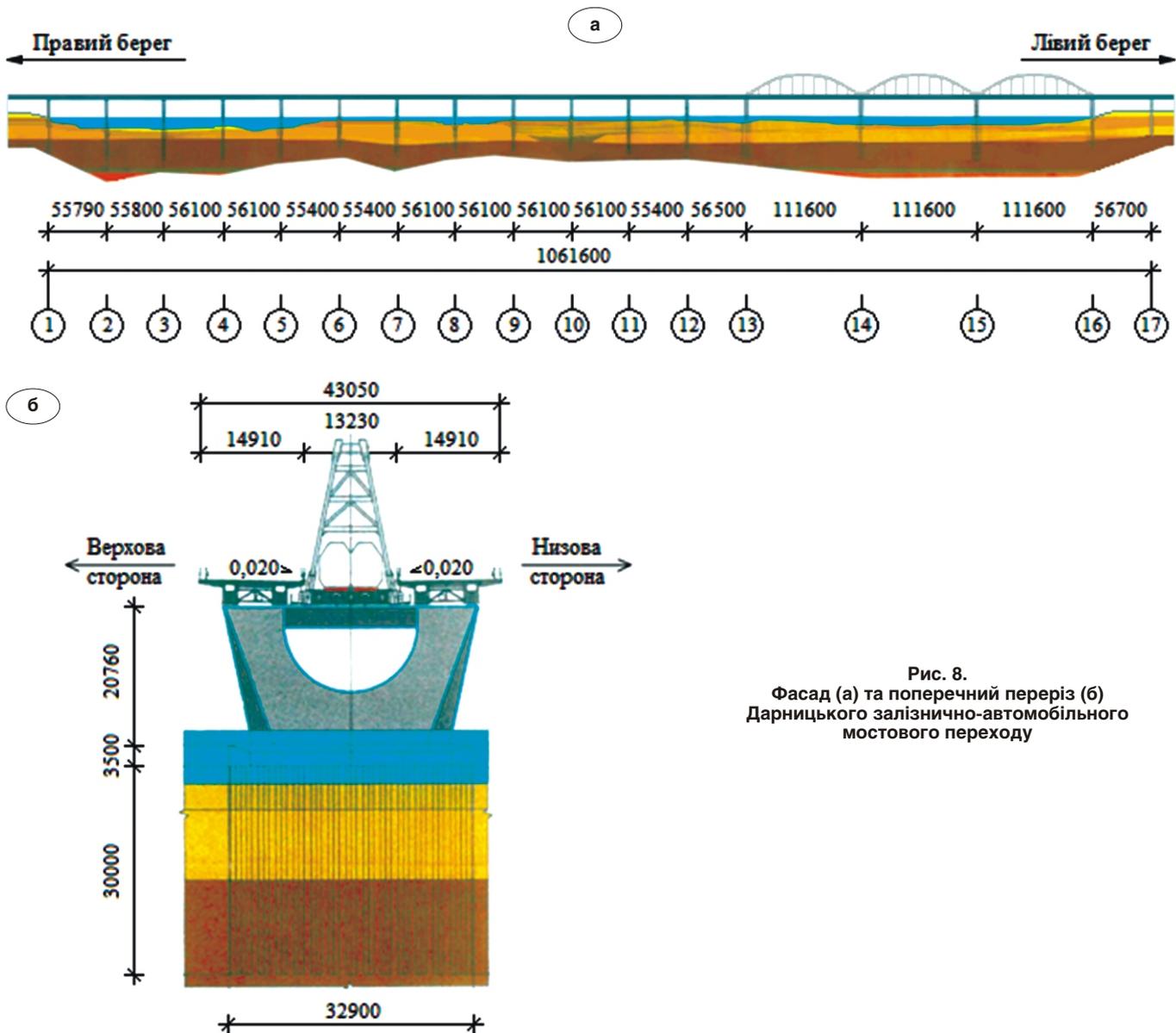


Рис. 8. Фасад (а) та поперечний переріз (б) Дарницького залізнично-автомобільного мостового переходу

автомобілів на добу. За чинною класифікацією міських вулиць та доріг автодорожня частина Дарницького мостового переходу, яка має два автопроїзди, відноситься до категорії магістральних доріг регульованого руху по три смуги в кожному автопроїзді з шириною смуг 3,75 м. Автопроїзди знаходяться по обидва боки від залізничного двоколісного проїзду. Ширина автопроїздів дорівнює 13,25 м, а розміщених із зовнішніх сторін автопроїздів службових проходів – 0,75 м. (рис. 8, б).

Автодорожні прогони руслової частини моста виконані за схемою 56,5 + 3 111,6 + 56,7 м у вигляді металевих нерозрізних п'ятипрогонових балок. Прогонова будова у перерізі складається з двох металевих коробок постійної висоти, об'єднаних між собою металевою орто-

тропною плитою. Висота коробок становить 3,24 м. По заплавної частині прогони виконані за схемами: 55,0 + 55,8 + 2 56,1 + 55,4 м та 55,4 + 4 56,1 + 55,4 м і мають конструкцію, аналогічну русловим.

Матеріал конструкцій прогонової будови – сталевий прокат для несних елементів мостів із сталі марок 10ХСНД-2 та 15ХСНД-2 за ГОСТ 6713-91, а опорні частини та деформаційні шви прийняті німецької фірми «MAURER». Антикоровійна обробка конструкцій прогонової будови проведена матеріалами фірми «JOTUN» (Великобританія). Монтажні з'єднання металоконструкцій прийняті зварними та на високоміцних фрикційних болтах діаметром 22 мм, для герметизації яких застосовано силіконовий герметик «Sikaflex».

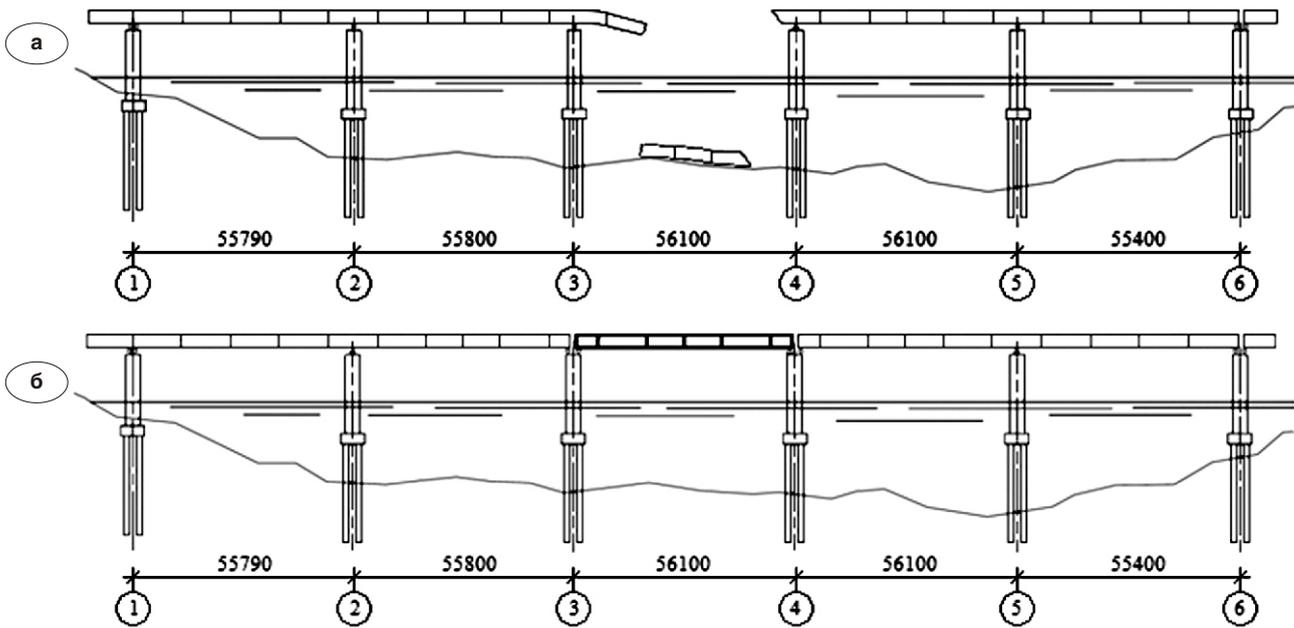


Рис. 9. Принципові схеми найбільш ймовірного руйнування та відновлення автодорожньої частини Дарницького залізнично-автомобільного мостового переходу:

а – прогонова будова після руйнування прогону 3–4; **б** – прогонова будова після відновлення

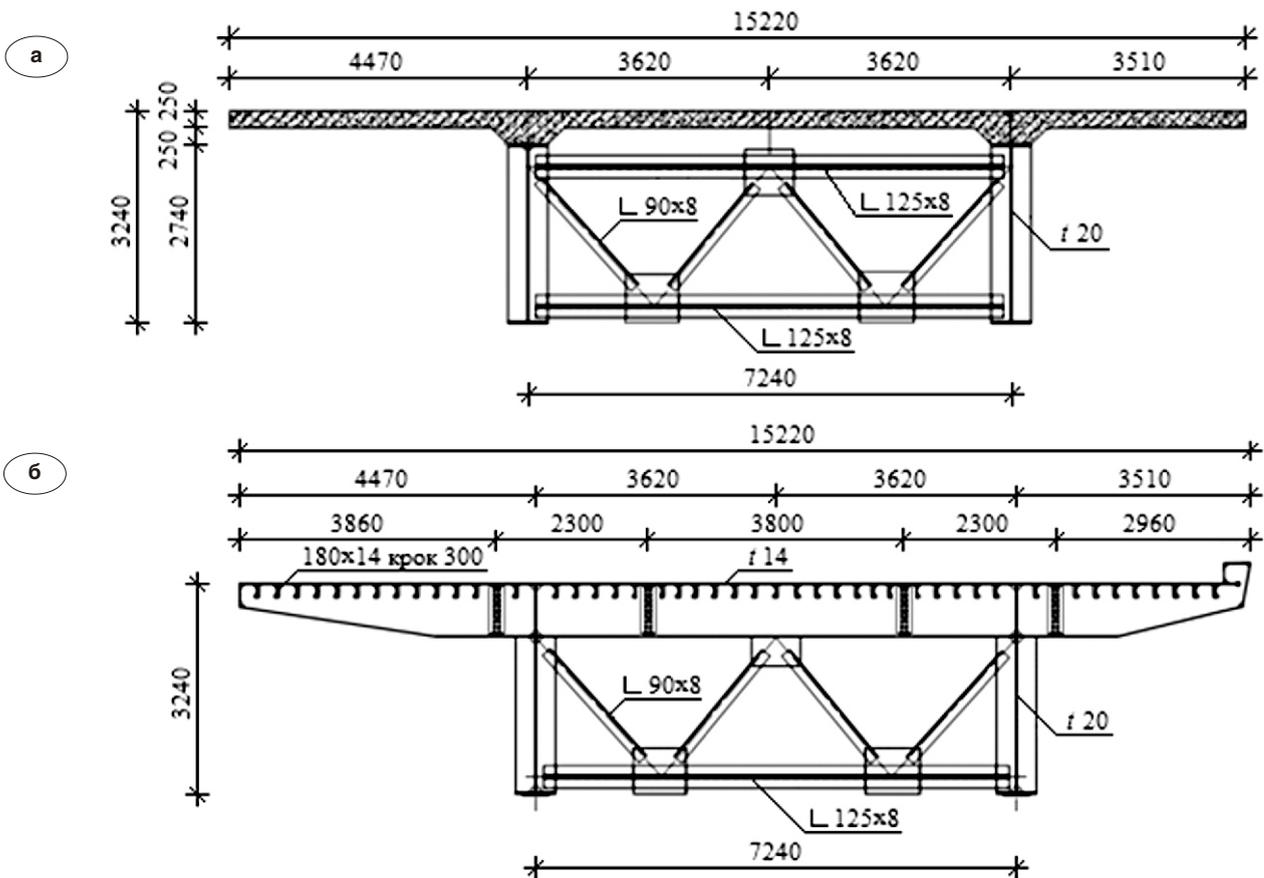


Рис. 10. Конструктивні рішення нової однопрогонової будови:

а – сталезалізобетонна прогонова будова; **б** – сталева балкова прогонова будова з ортотропною плитою

Що ж стосується конструктивного рішення автодорожньої частини моста, то воно складається з ортотропної плити, поперечних зварних балок двотаврового перерізу однакової висоти між головними балками та змінної висоти ззовні та головних балок коробчастого перерізу. Крок поперечних балок становить 3,1 м, які кріпляться до головних балок за допомогою накладок на високоміцних болтах в одному рівні. Також на мосту по обидва боки автопроїзду передбачені металеві опори контактної мережі з кроком 21,7 м.

Бар'єрна огорожа «Bridge guardrail H4B» прийнята німецької фірми SGGT із кроком стійок 1,1 м заввишки 1,14 м (біля службового проходу) та 1,54 м (з боку залізничного проїзду) і виготовлена з оцинкованої сталі. Стійки огорожі кріпляться до прогонової будови болтами M20. Марка сталі елементів бар'єрної огорожі СтЗсп5 та СтЗсп5 за ГОСТ 14637-89.

Перильна огорожа заввишки 1,1 м розташована зі сторони службового проходу. Крок стояків перерізом 80 60 7 мм складає 1,5 м, поручень має розміри 100 70 5 мм, нижня і верхня тягива – 50 30 3 мм, а заповнення – 20 20 3 мм (крок 150 мм). Всі стики є зварними, а над деформаційними швами прогонових будов передбачені температурні шви перильної огорожі. Матеріал конструкцій – сталь вуглецева марки Ст5пс за ГОСТ 14637-89. Фарбування виконане матеріалом «Hardtop XP».

Покриття автопроїзду та службового проходу – двошарове з мастикасфальтобетону «Гусасфальт» завтовшки 80 мм (два шари по 40 мм кожен). Захисний зчеплювальний шар – гідроізоляційне покриття на основі метилметакрилатних смол «Eliminator» (усього чотири шари) завтовшки 3,2 мм. Щодо влаштування водовідведення зазначимо, що з проїзної частини воно відбувається за рахунок поперечного ухилу в бік залізниці до системи дренажних трубок (рис. 8, б).

Вірогідні варіанти терористичних актів на автодорожній частині Дарницького залізнично-автомобільного мостового переходу та методи усунення їх наслідків. Перш за все зауважимо, що загальна методологія чисельних досліджень із визначення варіантів терористичних актів на мостовому переході та методів усунення їх наслідків і в даному випадку ґрунтується на підходах і принципах, висвіт-

лених вище при розгляді моста ім. Є.О. Патона. А якщо деталізувати сказане то: скінченно-елементна модель мостових конструкцій побудована з використанням початкових проектних рішень та з урахуванням результатів проведених у 2018 р. спеціальних обстежень автодорожньої частини Дарницького залізнично-автомобільного мостового переходу [9].

Беручи до уваги попередні міркування та результати чисельних досліджень, встановлено, що місце вчинення терористичного нападу на мостовому переході найбільш ймовірніше знаходиться у межах його нерозрізної п'ятипрогонової будови, схематичне зображення руйнувань від якого наведено на рис. 9, а. А усунення наслідків цього руйнування полягає в реалізації відновлювальних робіт шляхом здійснення трьох послідовних кроків. Причому на першому з них залишки зруйнованої п'ятипрогонової будови у прогоні, де відбувся теракт, демонтуються. На другому кроці дві двопрогонові будови, що залишаються на місці п'ятипрогонової, перевіряються з метою визначення потреби у підсиленні з причини перерозподілення в їхніх конструктивних елементах параметрів напружено-деформованого стану внаслідок зміни статичної схеми роботи. У разі якщо за результатами обстеження прослідковується необхідність підсилення, то проводяться роботи з його здійснення; втім попередньо розрахунково встановлено, що зазначені прогонові будови зазвичай не будуть потребувати підсилення. І, нарешті, на третьому кроці замість зруйнованої частини п'ятипрогонової будови встановлюється нова однопрогонова будова (рис. 9, б; сірий колір – існуючі неушкоджені прогонові будови, чорний колір – відновлені прогонові будови).

Розглянуто два конструктивних рішення нової однопрогонової будови, перше з яких являє собою сталезалізобетонну прогонову будову, а друге – сталеву балкову прогонову будову з ортотропною плитою (рис. 10). Проведене порівняння пропонуваніх рішень засвідчило, що більш раціональним є друге з них, яке вирізняється не тільки значною індустріальністю виготовлення й зручністю монтажу, а й пришвидшеними темпами проведення робіт за мінімальних трудовитрат. При цьому, що дуже важливо, всі конструктивні елементи сталеві балкової прогонової будови з ортотропною плитою можуть бути заздалегідь виготовлені у заводських умовах. Єдиним недолі-

ком другого варіанта нової прогонової будови є його дещо більша вартість у порівнянні з першим варіантом. Проте, на думку авторів, всі наявні переваги другого конструктивного рішення цей недолік практично нівелюють, а особливо якщо взяти до уваги звичайно жорсткі вимоги до термінів ліквідації наслідків терористичних нападів.

Висновки.

1. З огляду на існуючу в Україні потенційну терористичну загрозу Кабінетом Міністрів України постановою № 92 від 18.02.2016 р. створено єдину державну систему запобігання, реагування і припинення терористичних актів та мінімізації їх наслідків.

2. Розглянуто вірогідні варіанти вчинення терористичних актів на мосту ім. Є.О. Патона через р. Дніпро, розроблено методику усунення їх наслідків і встановлено чотири найбільш ймовірні схеми руйнування конструкцій моста. В рамках цієї методики запропоновано три варіанти заміни пошкоджених ділянок прогонових будов. З урахуванням міркувань якнайшвидшого проведення робіт із мінімальними трудовитратами, високою індустріальністю виготовлення та

зручністю монтажу конструкцій перевагу надано металоконструкціям. Рекомендована до застосування полегшена сталева прогонова будова з проїзною частиною у вигляді сталеві ортотропної плити й з двома головними балками, розташованими на відстані 11,9 м одна від одної. Відновлення зруйнованих проміжних опор пропонується здійснити зі сталевих решітчастих конструкцій з об'ємних блоків.

3. Розглянуто вірогідні варіанти вчинення терористичних актів на автодорожній частині Дарницького залізнично-автомобільного мостового переходу через р. Дніпро, розроблено методику усунення їх наслідків і встановлено найбільш ймовірну схему руйнування конструкцій мостового переходу. В рамках цієї методики запропоновано два конструктивних рішення заміни пошкодженої ділянки прогонової будови. Рекомендована до застосування сталева балкова прогонова будова з ортотропною плитою, яка вирізняється не тільки значною індустріальністю виготовлення й зручністю монтажу, а й пришвидшеними термінами проведення робіт за мінімальних трудовитрат.

[1] ДБН В.2.3-22:2009. Мости і труби. Основні вимоги проектування. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 73 с.

[2] ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012. Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 45 с.

[3] Шимановський О.В. Особливості забезпечення будівель та інженерних споруд при терористичних нападах // Промислове будівництво та інженерні споруди. – 2018. – № 4. – С. 2–11.

[4] Шимановський О.В. Методи та практичні заходи з ослаблення наростаючого руйнування сталевих конструкцій // Промислове будівництво та інженерні споруди. – 2019. – № 1. – С. 2–14.

[5] Шимановський О.В. Сучасний технічний стан позакласних металевих мостів м. Києва // Збірник наукових праць Українського інституту сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського. – Київ: Видавництво «Сталь», 2018. – Вип. 21–22. – С. 4–37.

[6] Шимановський О.В., Котлубей Д.О., Шалінський В.В. Міст ім. Є.О.Патона – нинішній стан та перспективи // Промислове будівництво та інженерні споруди. – 2018. – № 1. – С. 2–9.

[7] Шимановський О.В., Котлубей Д.О., Шалінський В.В. Аварійна ситуація на мосту ім. Є.О. Патона та заходи щодо її вирішення // Промислове будівництво та інженерні споруди. – 2018. – № 4. – С. 30–33.

[8] Шимановський О.В., Котлубей Д.О., Шалінський В.В. Щодо технічного стану моста ім. Є.О. Патона // Промислове будівництво та інженерні споруди. – 2019. – № 1. – С. 20–25.

[9] Шимановський О.В., Котлубей Д.О., Шалінський В.В. Щодо технічного стану автодорожньої частини Дарницького залізнично-автомобільного мостового переходу через р. Дніпро у м. Києві // Промислове будівництво та інженерні споруди. – 2019. – № 2. – С. 2–9.

Надійшла 08.05.2019 р.