

## **ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ПО ВІДНОВЛЕННЮ МОСТІВ ЗРУЙНОВАНИХ В НАСЛІДОК ВІЙСЬКОВОЇ АГРЕСІЇ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ**

*Рябовол О.О. ДМ-51-22, Ялов Ю.М. ДМ-51-22  
Науковий керівник: д.т.н, проф. каф. МКБМ Бугаєвський С.О.  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

При сучасному стані проєктування та будівництва мостів та високому рівні наукових досягнень у галузі теорії їх розрахунку, руйнування мостів за нормальних умов їх експлуатації практично виключені. Але військова агресія Російської Федерації привела до руйнування транспортної інфраструктури в 15 областях України. За даними першого заступника голови Державного агентства відновлення та розвитку інфраструктури України Андрія Івко на початок січня 2023 року, в країні, внаслідок бойових дій зруйновані 25,1 тис. км доріг та 341 штучні споруди в їхньому складі. З них на державній мережі - 8,8 тис. км та 150 мостів та шляхопроводів. Найбільше зруйнованих мостів у Чернігівській області – 27, Харківській – 25, Київській – 24. Це підрахунки тільки на підконтрольних Україні територіях [1].

Через війну в Чернігівській області пошкоджено 680 км державних автомобільних доріг, на дорозі М-01 Київ - Чернігів - Нові Яриловичі зруйновані 2 великих автомобільних мости через річку Десна поблизу обласного центру та розірвано пряме сполучення зі столицею. В Луганській, Донецькій та на лівобережжі Херсонської області руйнування поки не встановлювалися [1].

З кожним деокупованим регіоном України необхідність швидкого відновлення зруйнованих мостів для транспортних зв'язків росте у геометричній прогресії. Відновлення мостів є спільною роботою підрядників обласних служб відновлення та розвитку інфраструктури і Спеціальної служби транспорту Міністерства оборони України. На 76 мостах уже відновлено проїзд за рахунок будівництва об'їзних доріг або зведення тимчасових переправ. На 28.03.2023 р. у Харківській області функціонує вже

22 тимчасові переправи та ще одна знаходиться у будівництві. Також ремонтуються вцілілі мости, як приклад – 200-м міст через річку Псел в Сумській області. Інша проблема при відновленні мостів, зруйнованих війною у тому, що більшість об'єктів доведеться відбудувати «з нуля». Великий міст через річку Десну навколо м. Чернігів потребує значного фінансового ресурсу і часу. За останніми оцінками, на відбудову усієї знищеної інфраструктури України знадобиться близько 4 років [1].

Роботи з відновлення мостів у більшості випадків представляють великі технічні труднощі, внаслідок складності вибору найбільш раціонального способу відновлення, труднощі практичного виконання відновлювальних робіт і значних ускладнень, що викликані різноманітністю і часто невідомістю всіх пошкоджень, що є на мосту. Тому відновлення зруйнованих мостів є своєрідною і складною галуззю мостової справи, що має свій досвід і свої методи. Викладене вище потребує розробки організаційно-технічних рішень з відновлення мостів, зруйнованих в наслідок військової агресії Російської Федерації і перш за все розробки класифікації мостів за групами руйнації.

Руйнування мостів за своїм характером можуть бути дуже різноманітні і залежать від причини, що викликала руйнування, а також від обставин, що його супроводжували. За своїм *характером руйнування мостів* можуть бути поділені на такі основні групи [2]:

- 1) повне руйнування мосту на всій його довжині;
- 2) повне руйнування мосту на частині його довжини;
- 3) руйнування окремих елементів мосту (прогонових будов, опор, тощо);
- 4) дрібні пошкодження мосту, що не викликали обвалення його частин.

Наведений поділ не можна розглядати як вичерпний, тому що характер і види руйнувань вкрай різноманітні й часто несподівані.

*Повне руйнування мосту на всій його довжині.* При повному руйнуванні на місці малої штучної споруди в насипу утворюється пролом. У більшості мостів через багатководні річки, при повному руйнуванні можуть бути обрушені всі його прогонові будови та опори. Фундаменти опор, а часто і

нижні частини надземної кладки опор зазвичай зберігаються або бувають лише пошкоджені (рис. 1). Однак бувають випадки, коли руйнування поширюється вглиб кладки у фундаментів, нижче поверхні землі, часто на значну глибину.

Повністю зруйнований міст, залежно від причини і характеру руйнування, може бути безладною купою уламків, зовсім не придатних для використання при відновлювальних роботах (рис. 2), або окремі його частини можуть виявитися придатними для подальшого відновлення мосту (рис. 3).



Рисунок 1 – Руйнування опори: а – кам'яної; б – бетонної [2]

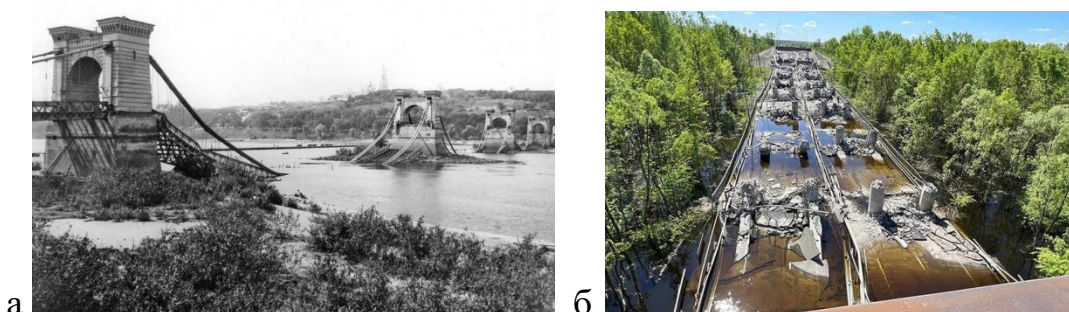


Рисунок 2 – Повністю зруйнований міст, прогонові будови якого не придатні для використання під час відновлювальних робіт (а, б) [1, 2]



Рисунок 3 – Повністю зруйнований міст, прогонові будови якого придатні для використання при відновленні (а, б) [2]

У дерев'яних мостах, повністю зруйнованих пожежею (рис. 4), зазвичай зберігаються лише нижні частини палей опор, що знаходяться у воді або бетонні опори (рис. 5).

*Повне руйнування мосту на частині його довжини.* Цей вид руйнування відрізняється від попереднього тим, що повністю зруйнованою виявляється тільки частина мосту, зазвичай із великими прогонами, зі складною і важкою конструкцією, що найбільш важко відновлюється (рис. 6).



Рисунок 4 – Руйнування пожежею дерев'яного мосту Ваньань у Китаї: а – міст до пожежі; б – пожежа на мосту [2]



Рисунок 5 – Залишки мостів після пожежі (а, б) [2]

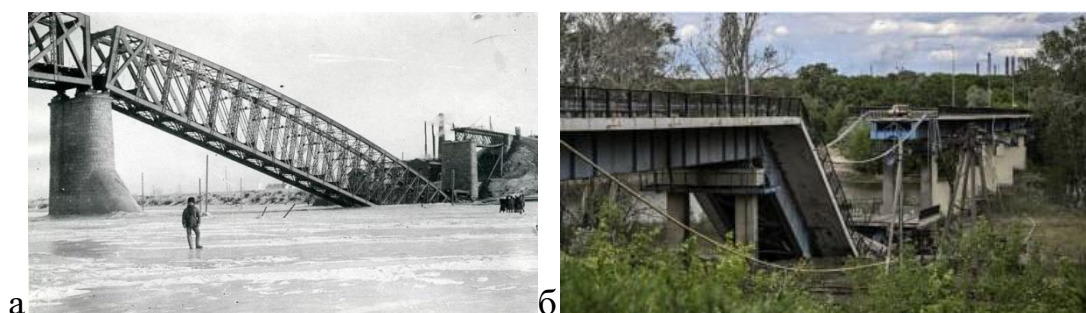


Рисунок 6 – Міст, зруйнований на частині довжини (а, б) [1, 2]

Іноді порушення прогонових будов викликається руйнуванням їх кінців (рис. 7, а), в опорних вузлах, опорних частинах або опорних панелях. У цих випадках верхня частина опор мосту зазвичай також виявляється пошкодженою. У деяких випадках прогонові будови дуже сильно зруйновані, відразу в декількох місцях (рис. 7, б).

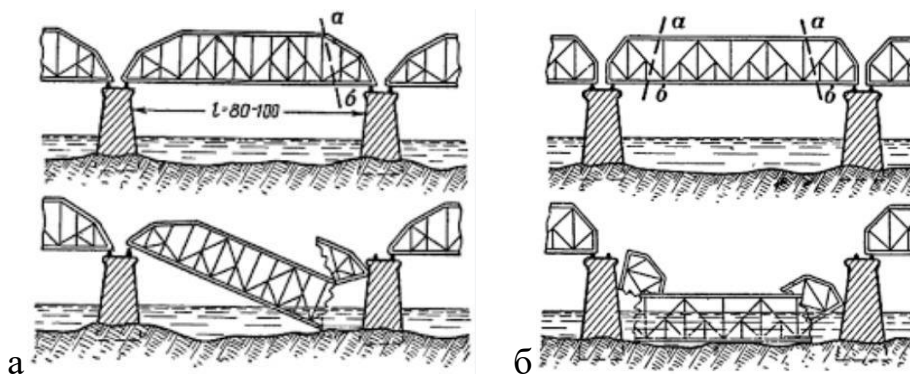


Рисунок 7 – Обрушення прогонових будов у результаті руйнування їх біля опори (а) або в декількох місцях (б) [2]

Якщо руйнування мосту викликано пошкодженням його опор, то сильно пошкоджені і відповідні кінцеві частини прогонових будов. Металеві прогонові будови, що впали, залежно від причини їх обвалення, висоти і умов падіння, в одних випадках виявляються сильно деформованими від падіння, а в інших зберігають експлуатаційний стан на всій або на частині довжини.

Дерев'яні прогонові будови при падінні зазвичай розламуються, перетворюючися на безладну купу уламків. Виняток становлять лише дощаті та клеєні ферми, які при падінні іноді повністю або частково зберігаються (рис. 8).



Рис. 1.8 – Зруйнований дерев'яний шляхопровід (а) та міст (б) [2]

Залізобетонні прогонові будови, що впали, внаслідок великої власної ваги сильно розтріскуються; при цьому в пошкоджених місцях арматура в більшості випадків залишається цілою (рис. 9). Використання залізобетонних мостів, що впали шляхом їх підйому, представляє відомі труднощі внаслідок великої власної ваги конструкції, але іноді все ж таки виявляється можливим.

Кам'яні склепіння при обрушенні ламаються на частини, використання яких для відновлення можливе тільки у вигляді окремих каменів, отриманих шляхом розбирання зруйнованої кладки.

*Руйнування окремих елементів мосту зустрічаються найчастіше.* На рисунку 10 представлені приклади залізобетонних мостів із різними прогоновими будовами, що мають руйнування окремих елементів.

*Дрібні пошкодження мостів, що не викликали обвалення його частин, зазвичай являють собою погнутості, розриви та переломи окремих елементів, пробоїни у проїзній частини та окремих елементів, вибоїни в кладці масивних прогонових будов і опор тощо (рис. 11).*

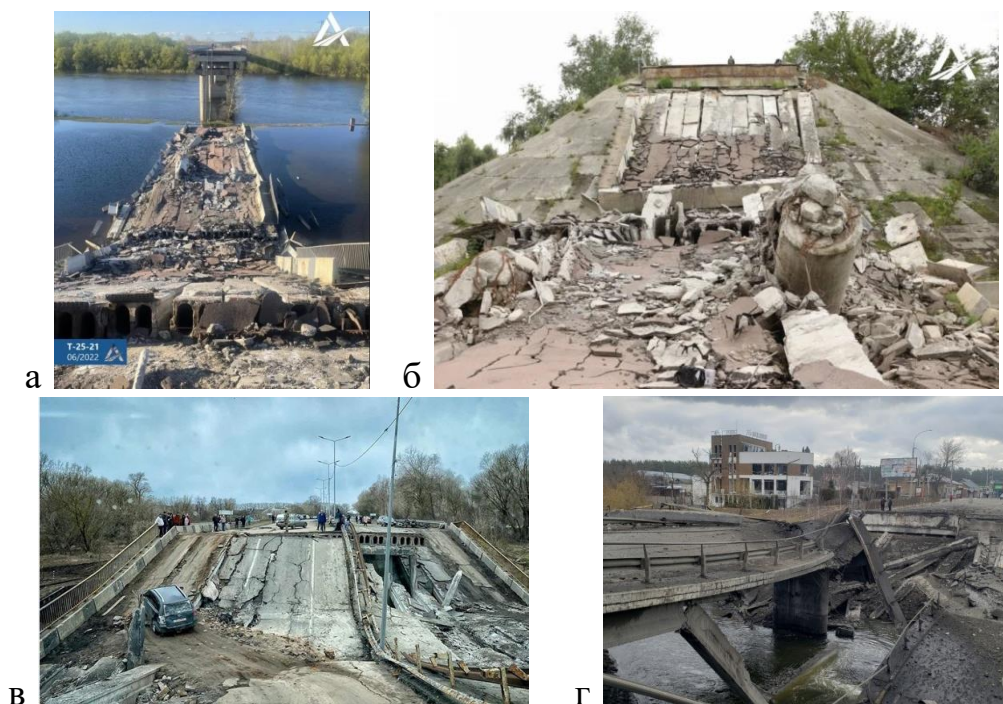


Рисунок 9 – Зруйновані залізобетонні мости (а-г) [1-3]



Рисунок 10 – Мости із руйнуванням окремих елементів прогонової будови (а-г) [1-3]



Рисунок 11 – Пошкодження мостів, що не викликали обвалення прогонової будови (а-г) [1-3]

При дрібних пошкодженнях невідповідальних елементів мосту загалом немає видимих деформацій. При пошкодженні основних несних конструкцій,

розриві поясу або розкосу головної ферми, у прогоновій будові мосту виникають видимі деформації у вигляді провисання або перекосу, що не обов'язково призводить до обвалення мосту (рис. 11, в).

Іноді не призводять до обвалення і серйозніші пошкодження конструкції, руйнування частини ширини склепіння в кам'яних, бетонних і залізобетонних аркових мостах, руйнування однієї з головних балок або ферм в залізобетонних або металевих мостах із їздою поверху тощо.

### **Висновки**

Перелічені вище різні види руйнувань мостів можуть зустрічатися у різних комбінаціях, коли міст повністю зруйновано на частині довжини, а в іншій частині тільки часткова руйнація; часткові руйнування елементів мосту супроводжуються дрібними ушкодженнями конструкції тощо. Руйнування мостів іноді супроводжується також і руйнуванням підходів до них.

Запропонована класифікація руйнувань мостів є початком розробки організаційно-технічних рішень з відновлення мостів, зруйнованих у наслідок військової агресії Російської Федерації.

### **Перелік посилань**

1. Сайт Державне агентство відновлення та розвитку інфраструктури України. <http://ukravtodor.gov.ua/>.
2. Бугаєвський С.О. Відновлення мостів і труб після пошкодження : конспект лекцій (частина 1) / С.О. Бугаєвський, К.В. Бережна, С.М. Краснов, Ю.В. Бугаєвська. Харків: ХНАДУ, 2023. 186 с.
3. Проект «Павло Авдокушин. Інфраструктурний оглядач». <https://avdokushyn.info/pro-proekt/>.