

ДЕФЕКТИ МОСТОВИХ СПОРУД ЯК НАСЛІДОК НЕЯКІСНОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ

Вільгота А.С. ДМ-52-19

керівник: доц. Безбабічева О.І.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Мостові споруди є капітальними, технічно складними інженерними спорудами, необхідними для безперебійного функціонування транспортної мережі. Проектний термін служби мостів в Україні становить 80-100 років [1]. В той же час, в Україні визнано, що фактичний термін служби залізобетонних мостів становить 45– 50 років. Значна частина таких мостів знаходиться в 3-4 експлуатаційних станах і можуть найближчим часом опинитися у не працездатному, тобто, аварійному 5 стані [2-5]. В період з 2004 до 2017 р. кількість мостів, що потребують ремонту або реконструкції збільшилось практично в 10 разів [4].

Дослідженнями фахівців встановлено, що 86% залізобетонних мостів потребують ремонту, а 12% з них – капітального ремонту або реконструкції. За даними [5] 90-95% залізобетонних прогонових будов мостів станом на 2012 р. вже мали значні дефекти та пошкодження бетону і арматури, що суттєво знижували несучу здатність споруд. Скорочення фактичного терміну служби мостів порівняно з нормативним на 30-40 років вказує не лише на недостатню якість будівництва та неналежну експлуатацію, але і іноді на недосконалість проектних рішень [2-6]. Однією з причин погіршення стану мостів в Україні фахівці також вважають слабе фінансування галузі, що

призводить до вибіркової роботи і виключає системний підхід до утримання мостів.

Зниження ресурсу мостів, накопичення ознак фізичного та морального зносу, потребують прийняття рішень щодо реконструкції цих споруд. Реконструкція дозволяє зберегти споруду в цілому, але потребує проектних розробок, прийняття сучасних та раціональних конструктивних рішень, застосування нових матеріалів та технологій. Реконструкція є затратним методом збереження та подовження терміну служби споруд. тому вона повинна бути ефективною. В проектах реконструкції потрібні розробки з безпеки при організації робіт, спеціальна організація обмеження або повного припинення руху транспорту під час виконання робіт. Реконструкція або капітальний ремонт мостових споруд при обмеженнях руху, стають джерелом незручностей для місцевого населення регіону будівництва. Також великими є матеріальні витрати на розбирання пошкоджених елементів, на відновлення дефектних місць та на доведення споруди до сучасних нормативних параметрів. Такі важливі роботи стикаються з певними ризиками на різних етапах: розробка проектно-конструкторських рішень; організаційні роботи; будівельні і контролюючі види робіт. Наслідками цих ризиків може стати знов таки передчасний вихід з ладу окремих елементів або споруди в цілому. Це буде означати великі додаткові витрати матеріальних, людських та фінансових ресурсів.

Дослідження наслідків неякісної реконструкції як джерел подальших дефектів та ризиків для споруд, дозволять заздалегідь

виявити для конкретної споруди «слабкі місця» та проробити варіанти з запобігання або мінімізації ризиків, що є актуальною задачею.

Реконструкція за нормами ДБН В.2.3-22:2009 [1], визначається як комплекс будівельно-монтажних робіт, спрямованих на відновлення або перебудову моста з наданням йому потрібних експлуатаційних характеристик. Таким чином, буде необхідно створювати робочий проект реконструкції за правилами нового будівництва. При реконструкції можлива заміна окремих елементів мосту та його статичної схеми. Метою капітального ремонту мосту є повне відновлення його функцій і забезпечення довговічності.

На стадії проектування робіт з реконструкції мостів можуть виникати багато помилок. Частково, від невизначеності деяких умов (не повні дані про геологію; наявність внутрішніх дефектів конструкцій (карбонізація бетону та корозія арматури); неможливо визначитись з достовірними характеристиками матеріалів тощо. Частково можуть бути прийняті рішення, що не відповідають нормативним положенням (некомпетентність виконавців або не доброзичесне відношення).

Розглянемо один з конкретних прикладів.

При виконанні реконструкції мосту через р. Студенок (с. Каменна Яруга Харківської області) для проекту реконструкції свого часу була прийнята складна за конструктивним рішенням конструкція (рис.1 – 3).

У 1976 р. міст був реконструйованим з метою розширення габариту проїзду. До старих монолітних прогонів побудови 1951р. додали нові на той період плитні, зі збірних блоків. Проектні навантаження для старого мосту: Н-10 та НГ-60. У 2012р. була проведена ще одна реконструкція – укладено монолітну плиту підсилення, але не по всій ширині мосту, а лише в зоні проїзду. Щоб збільшити габарит мосту були встановлені тротуарні збірні блоки зі значними консольними свісами. Встановлення збірних тротуарних блоків вже було порушенням нормативних вимог Укравтодору, бо на той час вже було розпорядження при реконструкції замінювати збірні тротуари на монолітні. На монолітній плиті було улаштоване асфальтобетонне покриття товщиною 5–8см. При цьому не було виконано ремонт водовідвідних отворів і руйнувань поблизу них в прогонових будовах і не були встановлені водовідвідні трубки. Великі пошкодження в таких залишилися без змін та в подальшому продовжили знижувати несучу здатність плит прогонових будов (рис.4).

Проектом реконструкції не було досліджено розрахунками також те, що при влаштуванні монолітних накладних плит поверх старих конструкцій, на прогонові будови і елементи опор передається додаткове постійне навантаження і при необхідності, зазначені елементи підлягають підсиленню

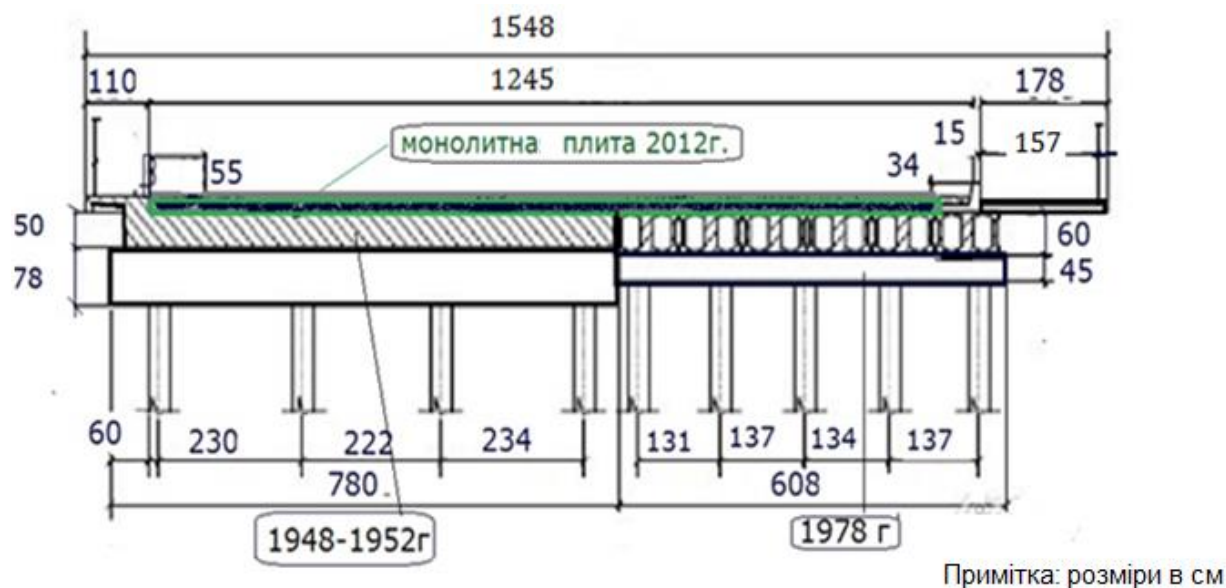


Рисунок 1 – Поперечний переріз мосту за обстеженнями 2015 р.

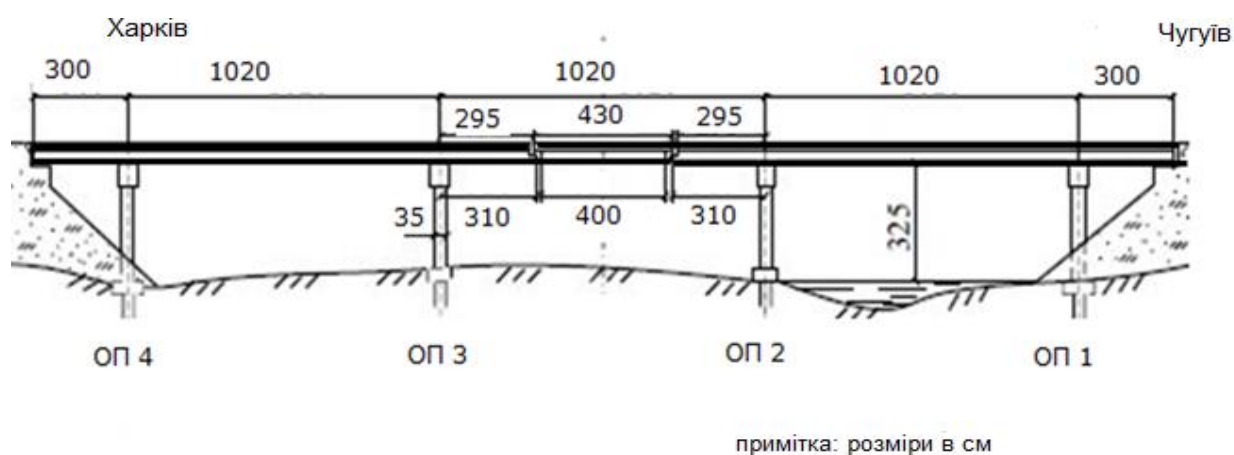


Рисунок 2 – Схема старої частини мосту, рік побудови 1948-1951р.

За матеріалами обстеження, які виконувала кафедра мостів у 2016р. було виявлено незадовільний стан окремих стійок проміжних опор, що вимагає вжиття термінових заходів щодо їх відновлення з урахуванням додаткового навантаження.

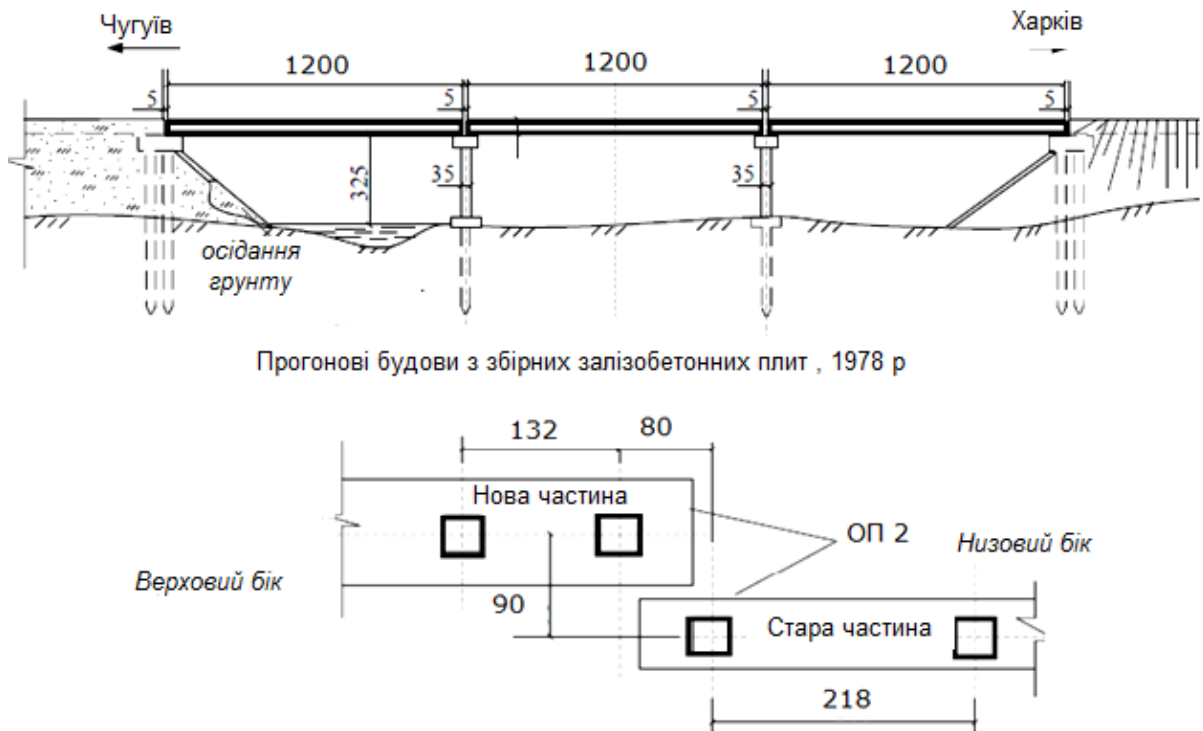


Рисунок 3 – Схема старої частини мосту побудови 1948-1951р. та план взаємного розташування стійок опор старої та нової частин в рівні верху плити фундаменту



Рисунок 4 – Зміщення суміжних плитних блоків на 10 см и руйнування водовідвідної трубки і плити поряд з нею

На підставі матеріалів обстеження споруди були виконані перевірочні розрахунки для окремих частин мосту з урахуванням фактичного стану головних елементів. При цьому розрахунками перевіряли:

1. Можливість перекидання блоків збірних тротуарів з великим вильотом консолі (рис.5) під дією пішохідного навантаження і власної ваги. Міст знаходиться в межах населеного пункту;
2. Внутрішні зусилля в елементах прогонових будов, що виникли при укладанні і в процесі твердіння монолітного бетону товщиною 23 см;
3. Зусилля від тимчасових рухомих навантажень в елементах прогонових будов;
4. Додаткові вертикальні зусилля на ригелі опор від ваги монолітної плити товщиною 23 см.

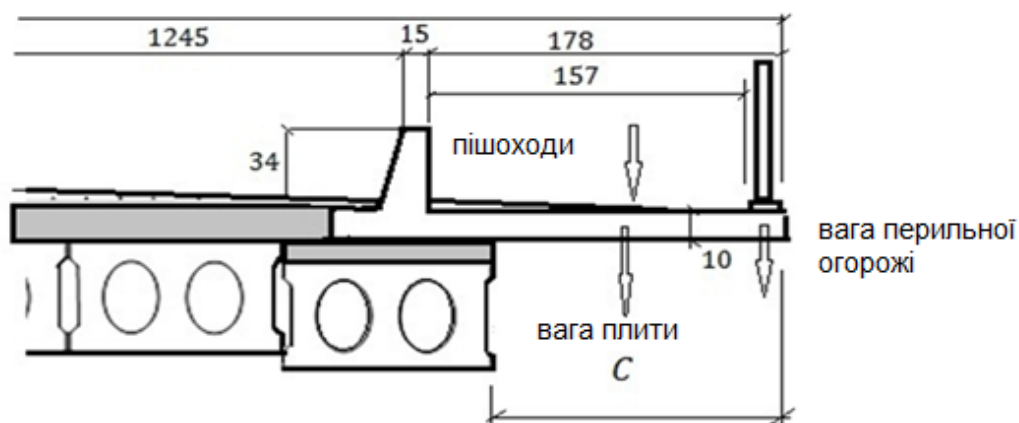


Рисунок 5– Схема для перевірки на перекидання блоку збірного тротуару

Даних про умови і деталі закріплення тротуарних блоків не було знайдено, тому було надано висновок, що необхідно терміново розглянути питання про перевірку умов закріплення і виконати безпечні тротуари. Особливо звернути увагу на закріплення тротуарів над крайніми блоками плит, які просіли. Подальшим необхідним для безпеки рішенням повинен стати монолітний тротуар при гарантованому об'єднанні його з бетоном монолітної плити і з прогоновими будовами. У цьому випадку одночасно виконується підвищена огорожа безпеки, що відповідає нормам.

Розрахунок зусиль в прогонах показав, що для перетину на опорі «В» напруги в бетоні близькі до гранично допустимих значень, враховуючи вік бетону і стан за даними обстеження. Цей перетин знаходиться під шарами мостового полотна в недоступному для спостереження місці. Пропуск тимчасових навантажень в разі неповного об'єднання нової монолітної плити і старої прогонової будови в спільну роботу викликає збільшення внутрішніх зусиль. Для обстежуваного моста включення монолітної накладної плити в роботу зі старими прольотами проблематично через роздільну роботу елементів суміжних прогонових будов і опор.

Балочно-консольна схема старого монолітного мосту має підвісний прогін з шарнірним обпиранням і зазорами. У той же час, слід враховувати, що влаштування суцільної монолітної накладної плити з жорстким об'єднанням на таких прогонових будовах може привести до зміни статичної схеми старої частини зі збільшенням деформацій опор.

Плитні прогонові будови зі збірних елементів для визначення зусиль від тимчасових навантажень завантажувались за схемою, показаною на рис. 6. Для визначення коефіцієнтів поперечного розподілу були побудовані лінії розподілу тисків з використанням таблиць-матриць з Інструкції по визначенню вантажопідйомності залізобетонних балкових прогонових будов експлуатованих автодорожніх мостів ВСН 32-89. Дані прогонові будови за Типовим проектом запроектовані під проектні навантаження НК-80 Н-30. Найбільш завантаженою виявляється крайня плита, розташована поблизу осі моста, №1 (Табл. 1).

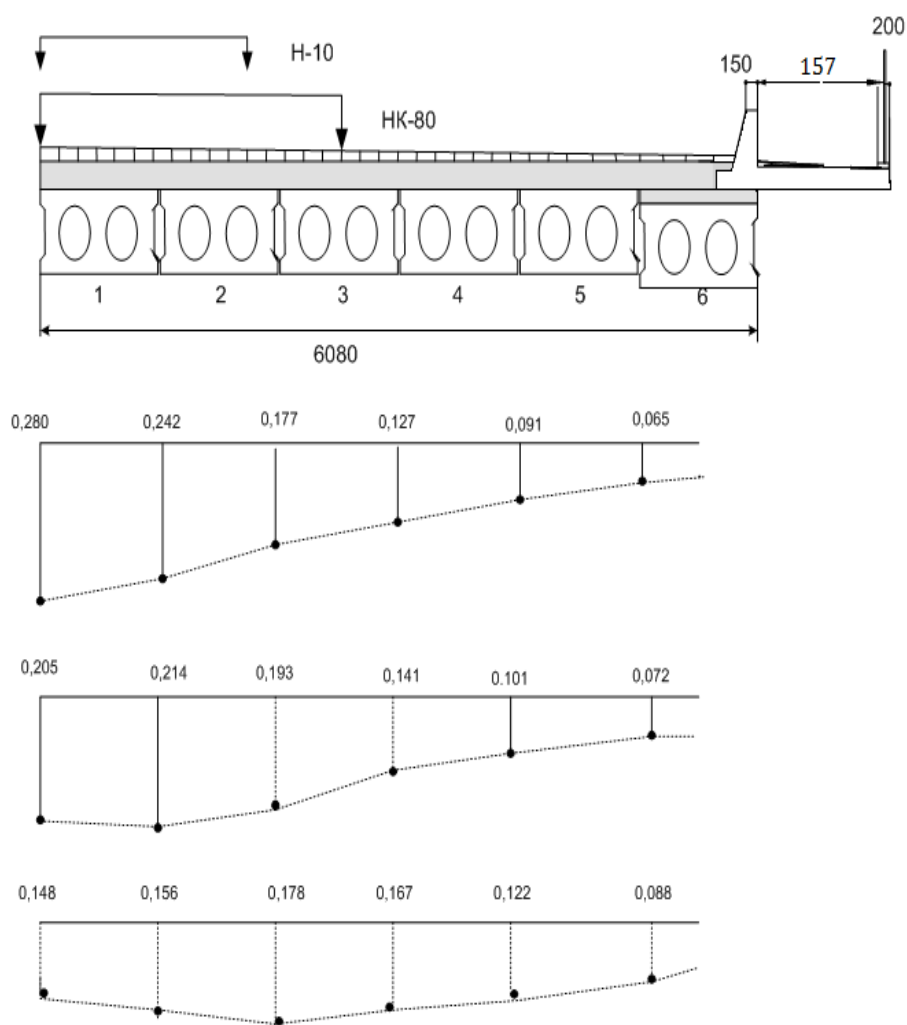


Рисунок 6 – Лінії впливу зусиль в збірних плитних прогонових будовах

Виходячи з максимально припустимого значення моменту [М], отриманого за даними типового проекту плитних мостів, з урахуванням зниження міцності бетону внаслідок корозії, було отримано значення тимчасового навантаження, яке споруда може пропускати без ризику (станом на дату обстеження). Виявилось, що це лише 1 колона навантаження Н10.

Таблиця 1 – Сумарні значення згинальних моментів від постійних та тимчасових навантажень в плиті мосту, що розташована у осі проїзної частини (просторовий метод)

Положення блоку	Момент від постійних навантажень, $M_{\text{пост}}$, кНМ	Згинальні моменти в середині прогону плити від навантажень, кН·м					Максимально припустиме значення моменту [М]
		Н10 (1 кол)	Н30 (1 кол)	НГ60	НК80	Максимально припустиме значення для тимчасових навантажень [М] вр.	
Поблизу осі, блок №1	290	137	235	285	426	230,6	520,6
Примітка: Згинальний момент від постійних навантажень визначено за реальними вимірами, виконаним при обстеженні мосту. Згинальні моменти від тимчасових навантажень розраховані по просторовому методу							

Додаткові вертикальні зусилля на елементи опор від ваги монолітної плити товщиною 23 см потребують посилення стійок, які знаходяться в незадовільному стані за спеціальним проектом з виконанням розрахунків.

Додаткове вертикальне навантаження на ригель проміжної опори збірного плитного прогону з урахуванням коефіцієнта надійності за навантаженням 1,25 орієнтовно становить 546 кН, тобто приблизно по 90 кН на стійку опори.

Результати розрахунків показали:

1. В усіх елементах мосту виникли додаткові зусилля від постійного навантаження, викликаного укладанням монолітної накладної плити;

2. Несуча здатність стійок опор повинна була бути збільшеною з урахуванням додаткового навантаження шляхом посилення їх за розрахунком, що є недоліком проекту реконструкції;

3. Тротуари слід в терміновому порядку надійно закріпити для безпечного руху по ним пішоходів. Слід виконати заміну зони тротуарів на монолітний бетон, як і потребують сучасні норми. Це також є недоліком проекту реконструкції;

4. Несуча спроможність прогонових будов може дозволити рух по ним тимчасового навантаження за схемою Н-10 (1 колона), що вказує на неефективну реконструкцію.

5. Слід обмежити рух транспорту над місцем з'єднання двох прогонових будов (приблизно по осі моста), перенаправляючи його нанесенням спеціальної розмітки типу «зебра» в у бік тротуарів.

Приклад показує, що при виконанні проекту реконструкції були припущені певні порушення, а саме:

- не дотримання норм в частині застосування збірних тротуарів, ще і з великими консолями;
- не виконані перевірки на можливі розрахункові ситуації (не виконано розрахункове підсилення опор);
- не пророблений варіант заміни споруди на новий міст або ж трубу;
- не вирішено питання водовідводу, проіржавлені трубки залишились як джерело подальших пошкоджень;
- при додатковому навантаженні прогонів та опор вагою монолітної плити не було виконано перевірочних розрахунків і не пророблений варіант підсилення елементів.

Висновки:

1. Вказані порушення норм, недоліки проекту реконструкції, низьку якість робіт можемо розглядати як фактори, що призведуть у подальшому до виникнення додаткових дефектів, тобто ризиків. Такі дефекти, ризики призводять до небезпеки руху пішоходів та автомобілів, до втрати коштів на додаткові ремонти; до обмеження навантажень за класом та вагою; до можливих аварій.

2. Витрачати кошти на таку реконструкцію недоцільно.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.3-22:2009. Мости та труби. Основні вимоги проектування. К.:

Мінрегіонбуд. 2009.- 75с.

2. Давиденко, О. О. Оцінка технічного стану і прогнозування залишкового ресурсу автодорожніх мостів / О. О. Давиденко //

Автомобільні дороги, науково-виробничий журнал №1 (237). — 2014. — Січень-лютий.

3. Карапетов, Э. С. Проблемы эксплуатации мостовых сооружений Украины [Текст] / Э. С. Карапетов, Д. А. Шестовицкий // Дорогами СНГ. – Москва, 2014. – С. 27-31.

4. Лантух-Лященко А.І. Технічний стан мостів і транспортних споруд України: Аналітична довідка Міжвідомчої комісії з питань науково технологічної безпеки/ А.І. Лантух-Лященко // Київ, 2004.–120 с.

5. Яцко Ф.В. До проблеми прогнозу ресурсу залізобетонних елементів мостів/ Ф.В. Яцко // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. - 2015. - Вип. 151(2). - С. 43-49.

6. Казарян В. Ю. Современные методы реконструкции мостовых сооружений / В. Ю. Казарян, И. Д. Сахарова // Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика. - 2018. - Вип. 14. - С. 6–14. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mtt dp_2018_14_3.