

## РЕЗУЛЬТАТИ ТЕХНІЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННОГО МОСТУ ЧЕРЕЗ Р. ДЕСНА НА КМ. 23+400 АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ В М. ТУРБІВ

**С. Бурчєня, к. т. н.**

*ORCID ID: 0000-0002-6903-1134*

*Львівський національний університет природокористування*

**С. Віхоть, к. т. н.**

*ORCID ID: 0000-0002-1063-2103*

**О. Гайда, к. т. н.**

*ORCID ID: 0000-0002-6206-614X*

*Національний університет «Львівська політехніка»*

<https://doi.org/10.31734/architecture2024.25.085>

**Бурчєня С., Віхоть С., Гайда О. Результати технічного обстеження залізобетонного мосту через р. Десна на км. 23+400 автомобільної дороги в м. Турбів**

Зауважено, що є багато причин, які можуть призвести до погіршення технічного стану будівель та споруд, зокрема: зміна сейсмостійкості майданчика у результаті затверджених норм в Україні, збільшення навантаження на несучі конструкції, фізичне старіння матеріалів конструкцій протягом інтенсивної й тривалої експлуатації, агресивна дія до бетону і арматури температурно-вологісних параметрів середовища, виникнення непередбачених у проєкті вібраційних навантажень, які можуть призвести до аварійного технічного стану конструкцій тощо. Обгрунтовано, що своєчасне обстеження та визначення технічного стану об'єкта загалом дасть змогу визначити можливість подальшої експлуатації чи необхідність відновлення конструктивних елементів, шляхом зміни розрахункових схем, пошуку нових методик розрахунку напружено-деформованого стану, прогнозу терміну служби, застосування нових технологічних рішень та матеріалів при проєктуванні та підсиленні будівель і споруд. Оцінювання і прогнозування технічного стану мосту та його елементів визначаються на основі даних огляду і спостережень, результатів обстежень та перевірових розрахунків. Тому вкрай важливе не лише визначення експлуатаційного стану, а й визначення коефіцієнта запасу конструкції.

Наведено результати технічного стану мосту загалом та його елементів зокрема, збудованого понад 55 років тому. Виявлено дефекти та пошкодження, що виникли під час його експлуатації. У результаті проведених обстежувальних робіт встановлено, що у процесі будівництва та в період тривалої експлуатації під впливом агресивних факторів зовнішнього середовища та автотранспорту виникають дефекти й пошкодження, накопичені в окремих елементах конструкцій з плином часу, що знизило експлуатаційні показники, надійність та довговічність мосту та негативно вплинуло на безпеку й комфортність пересування. Узагальнена характеристика стану свідчить про те, що можливе часткове порушення вимог першої групи граничних умов, порушуються вимоги другої групи граничних умов. Будівля експлуатується в обмеженому режимі й потребує особливого контролю за станом її елементів. Зауважено, що для забезпечення нормальної експлуатації мосту необхідно провести капітальний ремонт споруди з відновленням належного експлуатаційного стану споруди.

**Ключові слова:** надійність, довговічність, технічний огляд, коефіцієнт запасу конструкцій, міст.

**Burchenya S., Vikhot S., Gayda O. The Results of the Technical Inspection of the Reinforced Concrete Bridge Across the Desna River at km. 23+400 of the Highway in the City of Turbiv**

There are many reasons that can lead to the deterioration of the technical condition of buildings and structures. The main ones include: a change in the seismic resistance of the site as a result of the approved norms in Ukraine, an increase in the load on the load-bearing structures, physical aging of the construction materials during intensive and long-term operation, the aggressive effect of the temperature and humidity parameters of the environment on concrete and reinforcement, the occurrence of unforeseen in the project vibration loads that can lead to an emergency technical condition of structures, etc. A timely inspection and determination of the technical condition of the object as a whole will allow to determine the possibility of further operation or the need to restore structural elements, by changing calculation schemes, finding new methods for calculating the stress-strain state, forecasting the service life, applying new technological solutions and materials in the design and strengthening of buildings and structures. Assessment and forecasting of the technical condition of the bridge and its elements is determined on the basis of inspection and observation data, survey results and verification calculations. Therefore, it is extremely important not only to determine the operational condition, but also to determine the coefficient of the structural reserve.

The article presents the results of the technical condition of the bridge as a whole and its elements in particular, built more than 55 years ago. Defects and damage that occurred during its operation were detected. As a result of the survey work, it was found that during the construction process and during long-term operation, under the influence of aggressive factors of the external environment and motor vehicles, defects and damage accumulated in individual elements of the structures over time, which reduced the operational indicators, reliability and durability of the bridge and negatively affected the safety and comfort of movement. The generalized characteristic of the state indicates that a partial violation of the requirements of the first group of boundary conditions is possible, and the requirements of the second group of boundary conditions are violated. The building is operated in a limited mode and requires special control over the state of its elements. In order to ensure the normal operation of the bridge, it is necessary to carry out major repairs of the structure with the restoration of the proper operational condition of the structure.

**Keywords:** Technical inspection, Reliability, Durability, Coefficient of reserve of structures, Bridge.

**Постановка проблеми.** Під час проєктування, зведення та експлуатації будівель і споруд виникають пошкодження, котрі впливають на довговічність конструкцій. Своєчасне обстеження та визначення технічного стану об'єкта загалом дасть змогу визначити можливість подальшої експлуатації чи необхідність відновлення конструктивних елементів [1; 2], шляхом зміни розрахункових схем, пошуку нових методик розрахунку напружено-деформованого стану [3-5], прогнозу терміну служби, застосування нових технологічних рішень та матеріалів при проєктуванні та підсиленні будівель і споруд.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Основою для проведення обстеження є технічне завдання, яке формує замовник обстеження, а діагностування технічного стану окремих будівельних конструкцій та об'єкта загалом здійснюють через виконання необхідної сукупності обстежувальних, розрахункових та аналітичних процедур, перелік і повноту яких зазначають у технічному завданні.

Оцінювання і прогнозування технічного стану мосту та його елементів виконують на основі даних огляду і спостережень, результатів обстежень та перевірок розрахунків [6-9]. Тому вкрай важливе не лише визначення експлуатаційного

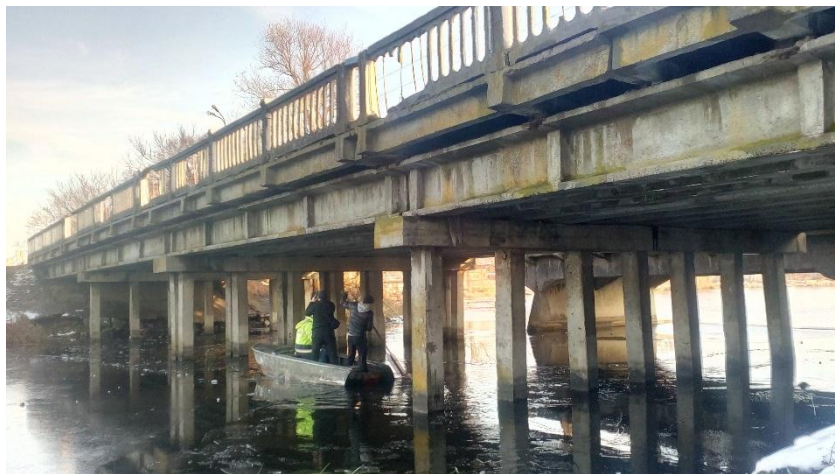
стану, а й визначення коефіцієнта запасу конструкції.

**Постановка завдання.** Програму обстеження мосту погоджено із замовником, і вона передбачала такі види робіт:

- обміри в натурі геометричних параметрів мосту та його окремих елементів, інструментальну зйомку конструкцій прогонової будови, опор та підходів до мосту;
- виявлення дефектів;
- визначення фізико-механічних властивостей матеріалів;
- фотофіксацію стану елементів мосту;
- розрахунок показників експлуатаційної надійності;
- аналіз результатів обстеження;
- складання висновків із визначенням режиму експлуатації.

Наше завдання – на основі аналізу результатів детального обстеження будівлі визначити її фізичний стан та категорію технічного стану, запропонувати варіанти проведення відновлювальних робіт для забезпечення подальшої експлуатації обстеженої будівлі.

**Виклад основного матеріалу.** Залізобетонний міст (рис. 1) через р. Десна в м. Турбів



*Рис. 1. Загальний вигляд залізобетонного мосту*

Липовецького району Вінницької області побудований у 1965 році. Технічні параметри мосту: повна довжина: 45,59 м; габарит: Г-8,0 + 2х1,18 м; геометрична схема: 4х11,36 м; прогонова будова – двотаврові збірні струнотонні балки за типовим проектом вип. ВТП-16; опори проміжні: залізобетонні палеві, фундаменти глибокого залягання; опора №2 – дворядна; опори берегові – палеві, однорядні, обсіпні, без шафових стінок; нормативні навантаження: Н-30 та НК-80.



Рис. 2. Загальний вигляд берегової опори №0

Прогонова будова мосту виконана зі збірних залізобетонних (струнотонних) балок (вип. ВТП-16) довжиною 11,36 м. У поперечному перерізі прогонова будова має 12 балок, які об'єднуються між собою по діафрагмах за допомогою металевих накладок.

Берегові опори №0, №4 – залізобетонні, палеві, обсіпні, без шафових стінок. Кількість паль – сім, висота опор – 1500 мм (рис. 2, 3). Довжина насадки – 10410 мм, висота – 400 мм. Переріз паль – 300х350 мм.



Рис. 3. Руйнування укріплення конусів берегової опори №4

Проміжні опори №1, №3 (рис. 4) – залізобетонні, палеві однорядні. Висота опор – 2700 мм.

Переріз паль – 300х350 мм. Насадка – завширшки 800 мм, заввишки 400 мм.



Рис. 4. Загальний вигляд опори №3 та пошкодження бетону насадки опори

Проміжна опора №2 – залізобетонна, палева дворядна. Висота опори – 2700 мм. Переріз паль – 300х350 мм. Насадка – завширшки 1200 мм, заввишки 400 мм.

Опорні частини двотаврових струнотонних балок – довжиною 11,36 м.



Дорожнє покриття проїзної частини багатошарове і складається із асфальтобетонного покриття товщиною 120 мм, захисного шару з бетону товщиною 30 мм, гідроізоляції 10 мм, стічного трикутника.

Водовідведення з проїзної частини відбувається за рахунок поперечних і поздовжніх ухилів без водовідвідних трубок. Деформаційні шви закритого типу. На мосту тротуари шириною 1180 мм із збірних ребристих тротуарних блоків. Перильне огороження – залізобетонна поручнева огорожа. Бар'єрне огороження – металева нестандартна стрічка на металевих стояках висотою 550 мм. Біля берегових опор влаштовані залізобетонні опори освітлення.

У результаті виконаних робіт із обстеження виявлено, що під час будівництва й за період тривалої експлуатації під дією агресивних факторів зовнішнього середовища і автотранспорту з часом



Рис. 5. Пошкодження з'єднання діафрагми та нижньої полицки балки у прогоні 2-3

При обстеженні силові тріщини у нормальних та похилих перерізах балок прогонових будов відсутні. Стан приопорних ділянок загалом задовільний. Відсутні характерні при перевантаженні сколи торців балок. Немає захисного шару в окремих стиках діафрагм між крайніми двома та трьома балками, корозії стикових накладок, розшарування металу. Наявні сліди протікання води через поздовжні стики балок. Міцність бетону балок визначали за боковою гранню. Бетон балок не має великого розкиду за міцністю. Клас бетону балок – С30/35...С35/45. Міцність бетону визначали методом пластичної деформації з використанням склеметра.

**Стан опор та опорних частин.** Відкриті частини паль і насадок усіх опор мають такі ж дефекти,

в окремих елементах конструкцій накопичились дефекти та пошкодження, які знизили експлуатаційні показники, надійність і довговічність мосту та негативно вплинули на безпеку й комфортність руху. Візуально визначили технічний стан усіх елементів мосту, несучих конструкцій прогонових будов і опор, мостового полотна, підходів.

**Стан прогонів будови.** На поверхні балок є сліди вилуговування і відшарування поверхневого шару бетону на глибину 3-5 мм. Зовнішніми ознаками деструкції бетону є білий наліт на нижній поверхні, а також відкладення гідрату окису кальцію, вимитого з бетону при фільтрації води у вигляді сталактитів.

У струнобетонних балках в окремих місцях зафіксовано руйнування поверхневого шару бетону в нижній частині з оголенням струн, корозію арматури, обриви окремих стрижнів (рис. 5, 6).



Рис. 6. Розрив арматури балки № 9 прогону 2-3

коти, що й відкриті поверхні балок: деструкція поверхневих шарів бетону внаслідок карбонізації, висихання, замерзання – розмерзання, відшарування захисного шару бетону, оголення і корозія арматури, хоча загалом обсяги корозійних пошкоджень елементів опор значно менші, ніж балок. Насадки опор споруди, особливо в межах тротуарів, піддаються постійному замоканню. На насадках є сліди вилуговування бетону та корозії арматури (див. рис. 5). Виявлено поздовжні тріщини в бетоні верхньої частини насадок, руйнування бетону і корозію арматури. Окремі стики об'єднання насадок із палями виконані неякісно. Виявлено засміченість насадок опор.

**Стан проїзної частини.** Покриття полотна проїзної частини – асфальтобетонне. На поверхні покриття є окремі нерівності, вибоїни глибиною до

30-40 мм, тріщини, малі поперечні ухили й перекося профілю, через що утруднений відвід води із покриття. Деформаційні шви закритого типу частково руйнуються. Водовідвідні трубки відсутні, а водовідведення організоване через поперечні та поздовжні ухили. Асфальтобетонне покриття тротуарів частково зруйноване. Залізобетонна перильна огорожа руйнується і не відповідає чинним нормативним документам. Висота бар'єрного огороження не відповідає чинним вимогам забезпечення безпеки.

**Стан підходів.** Підходами до мосту є примикаючі до нього ділянки вулиці м. Турбів. Покриття на підходах асфальтобетонне. Ширина проїзної частини 6,3–7,1 м. Сполучення мосту з насипом – без перехідних плит, унаслідок чого при в'їзді на міст з обох сторін утворились просідання до 40–60 мм і вибоїни, що створює тут пороги і загалом погіршує комфортність руху. Асфальтобетонне покриття підходів має незначну ямковість, на узбіччі в окремих прогонових місцях – вибоїни укосів. Відсутнє укріплення конусів насипу підходів.

**Експлуатаційна оцінка мосту.** Технічний стан мосту оцінювали відповідно до методики, викладеної у ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012 «Споруди транспорту. Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів» [4] та ДБН

$$E = \frac{80 \times (5 - (0,05 \times 3 + 0,56 \times 4 + 0,25 \times 4 + 0,12 \times 3 + 0,02 \times 3))}{4} + 20 = 43,8 \approx 44$$

За рейтингом споруди  $E = 44$ , згідно з таблицею 7.2 ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012 визначається потреба у виконанні експлуатаційних заходів.

Стан споруди 4 – обмежено працездатний.

Ведуться обстеження за спеціальним графіком, виконується капітальний ремонт. Відповідно до дефектів конструкцій обмежується рух транспортних засобів за вагою, швидкістю та габаритними параметрами. За необхідності розробляються спеціальні заходи із забезпечення безаварійної експлуатації мосту.

**Визначення коефіцієнта показника вантажопідйомності мосту**

За вантажопідйомністю міст перебуває в дискретному стані 4 – обмежено придатний, вимагає спеціального контролю за його станом. Ведуться обстеження за спеціальним графіком, виконується капітальний ремонт.

**Визначення коефіцієнта  $K_{4E}$  – показника умов руху транспорту по мосту**

Показником умов руху транспорту оцінюють відповідність габаритних розмірів проїзної

В.2.3-6:2009 «Мости та труби. Обстеження і випробування» [9].

У результаті обстеження шляхопроводу та з урахуванням виявлених дефектів визначено номер експлуатаційного стану конструктивних елементів:

- проїзна частина –  $D_1 = 3$ ;
- елементи прогонової будови –  $D_2 = 4$ ;
- опори та опорні частини (за станом найгіршого елемента) –  $D_3 = 4$ ;
- стан підферменників  $D = 3$ ;
- стан насадок опор –  $D = 4$ ;
- стан стояків опор –  $D = 4$ ;
- фундаменти –  $D_4 = 3$ ;
- підходи –  $D = 3$ .

Обчислено експертну оцінку ( $E$ ) технічного стану споруди за формулою:

$$E = \frac{80 \times (5 - \sum_{i=1}^6 \alpha_i D_i)}{4} + 20$$

Прийнято такі значення вагових коефіцієнтів:

- $\alpha_1 = 0,05$  (проїзна частина);
- $\alpha_2 = 0,56$  (прогонова будова);
- $\alpha_3 = 0,25$  (опори та опорні частини);
- $\alpha_4 = 0,12$  (фундаменти);
- $\alpha_5 = 0,02$  (підходи).

частини мосту до вимог руху транспорту. Він визначається відношенням значень габаритів проїзду:

$$K_{4E} = \frac{\Gamma_M}{\Gamma_H}$$

де  $\Gamma_M$  та  $\Gamma_H$  – габарит моста, відповідно, точний та необхідний, величина необхідного габариту проїзду за вимогами ДБН В.2.3-22:2009 «Мости та труби. Основні вимоги проектування» [3] з урахуванням вимог ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво [9]:

$$K_{4E} = \frac{8}{9,5} = 0,85$$

**Визначення коефіцієнта  $K_{5E}$  – показника ситуації мосту**

Показник ситуації враховує можливе зниження швидкості на мості порівняно з дорогою внаслідок розташування мосту та/або підходів на горизонтальній чи вертикальній кривій малого ра-

діуса, на стику двох кривих тощо. Визначається коефіцієнт як відношення обмеженої швидкості до середньої, встановленої на дорозі:

$$K_{SE} = \frac{V_M}{V_H},$$

де  $V_M$  – допустима швидкість руху по споруді, обмежена ситуаційними умовами (40 км/год – для вантажних автомобілів для зменшення динамічних навантажень на споруду);  $V_H$  – середня швидкість руху, встановлена на дорозі (60 км/год – населений пункт).

Якщо  $K_{SE} < 1$ , експлуатаційним заходом призначається зниження швидкості руху по споруді:

$$K_{SE} = \frac{40}{60} = 0,66.$$

### **Прогноз залишкового ресурсу елементів мосту, враховуючи його експлуатаційну оцінку Мостове полотно**

На момент обстеження мостове полотно перебувало у дискретному стані 3 – працездатне.

Надійність елемента –  $P = 0,9925$ .

Час, що минув від початку експлуатації, –  $t_{Поч} = 50$  років (1965 рік будівництва).

Параметр інтенсивності відмов –  $\lambda_{i,3} = 0,0252$ .

Час, що проходить до переходу в стан 4 –  $T_4 = 67$  років.

Час, що проходить до переходу в стан 5 –  $T_5 = 84$  роки.

Залишковий ресурс до переходу в стан 4 (обмежено працездатний):

$$T_{R4} = T_4 - t_{Поч} = 67 - 50 = 17 \text{ років.}$$

Залишковий ресурс до переходу в стан 5 (непрацездатний):

$$T_{R5} = T_5 - t_{Поч} = 84 - 50 = 34 \text{ роки.}$$

### **Прогонові будови**

На момент обстеження прогонові будови перебували у дискретному стані 4 – обмежено працездатні.

Надійність елемента –  $P = 0,9798$ .

Час, що минув від початку експлуатації, –  $t_{Поч} = 50$  років (1965 рік будівництва).

Параметр інтенсивності відмов –  $\lambda_{i,4} = 0,0334$ .

Час, що проходить до переходу в стан 5 –  $T_5 = 63$  роки.

Залишковий ресурс до переходу в стан 5 (непрацездатний):

$$T_{R5} = T_5 - t_{Поч} = 63 - 50 = 13 \text{ років.}$$

### **Опори та опорні частини**

На момент обстеження опори та опорні частини перебували у дискретному стані 4 – обмежено працездатні.

Надійність елемента –  $P = 0,9798$ .

Час, що минув від початку експлуатації –  $t_{Поч} = 50$  років (1965 рік будівництва).

Параметр інтенсивності відмов –  $\lambda_{i,5} = 0,0334$ .

Час прогнозування залишкового ресурсу –  $T_5 = 63$  роки.

Залишковий ресурс становить:

$$T_{Кін} = T_5 - t_{Поч} = 63 - 50 = 13 \text{ років.}$$

### **Фундаменти**

На момент обстеження фундаменти перебували у дискретному стані 3 – працездатні.

Надійність елемента –  $P = 0,9925$ .

Час, що минув від початку експлуатації –  $t_{Поч} = 50$  років (1965 рік будівництва).

Параметр інтенсивності відмов –  $\lambda_{i,2} = 0,0252$ .

Час, що проходить до переходу в стан 4 –  $T_4 = 67$  років.

Час, що проходить до переходу в стан 5 –  $T_5 = 84$  роки.

Залишковий ресурс до переходу в стан 4 (обмежено працездатний):

$$T_{R4} = T_4 - t_{Поч} = 67 - 50 = 17 \text{ років.}$$

Залишковий ресурс до переходу в стан 5 (непрацездатний):

$$T_{R5} = T_5 - t_{Поч} = 84 - 50 = 34 \text{ роки.}$$

### **Підходи**

На момент обстеження підходи перебували у дискретному стані 3 – працездатні.

Надійність елемента –  $P = 0,9925$ .

Час, що пройшов від початку експлуатації –  $t_{Поч} = 50$  років (1965 рік будівництва).

Параметр інтенсивності відмов –  $\lambda_{i,2} = 0,0252$ .

Час, що проходить до переходу в стан 4 –  $T_4 = 67$  років.

Час, що проходить до переходу в стан 5 –  $T_5 = 84$  роки.

Залишковий ресурс до переходу в стан 4 (обмежено працездатний):

$$T_{R4} = T_4 - t_{Поч} = 67 - 50 = 17 \text{ років.}$$

Залишковий ресурс до переходу в стан 5 (непрацездатний):

$$T_{R5} = T_5 - t_{Поч} = 84 - 50 = 34 \text{ роки.}$$

### **Висновки**

1. За результатами оцінки технічного стану мосту прийнято експлуатаційний стан конструкції 4 – обмежена працездатність, згідно з ДСТУ Б В.2.3-23:2012 «Споруди транспорту. Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автотранспортних мостів» з такими характеристиками: вантажопідйомність – для колони автотранспорту – 20 кН; для індивідуальних транспортних засобів – 53 кН; допустиме навантаження на вісь автомобіля в колоні – 8 кН.

2. Для забезпечення нормальної експлуатації мосту необхідно провести капітальний ремонт споруди з відновленням належного експлуатаційного стану споруд відповідно до рекомендацій, регламентуються такі експлуатаційні заходи:

- проїжджій частини – відремонтувати деформаційні шви, вкрити тротуари із заміною конструкцій, організувати відведення води з проїзної частини;

- прогонові будови – відновити поздовжні шви, влаштувати гідроізоляцію;

- опори та фундаменти – ремонт стіни, відновлення захисного шару бетону;

- підходи – відремонтувати покриття, підсипати ґрунтом та спланувати узбіччя, виконати укріплення.

#### Бібліографічний список

1. ДСТУ Н Б В.1.2-18:2017 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення їх оцінки та технічного стану. Київ: УкрНДНЦ, 2017. 47 с. [Чинний з 2017.04.01].
2. ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. 30 с. [Чинний з 2019.01.01].
3. Ivanyk, I., Vikhot, S., Vybranets, Y., Ivanyk, Y. Theoretical research into spatial work of a steel-reinforced concrete statically indeterminate combined structure. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. No 5(7-95). P. 13–22.
4. Vybranets, Y., Vikhot, S. Spatial Calculation of Metal Truss Structure in Joint Work with Reinforced Concrete Slab. *Lecture Notes in Civil Engineering*. 2023. No 290 LNCE. P. 450–458.
5. Burchenya S., Famulyak Yu., Sobczak-Piastka J. Modelling of work of cut and stretchy sheet in span beam structures with the mixed reinforcement. *World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium (WMESS 2019) IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. Vol 362. S. 1-8.
6. ДСТУ 9181:2022 Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів. Київ: Мінрегіон України, 2022. 41 с. [Чинний з 2022.05.23].
7. ДБН В.2.3-4:2009 Споруди транспорту «Мости та труби. Основні вимоги проектування». Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 42 с. [Чинний з 2010.03.01].
8. ДБН В.1.2-15:2009 Споруди транспорту «Мости та труби. Навантаження і впливи». Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 34 с. [Чинний з 2009.11.11].
9. ДБН В.2.3-6:2009 Споруди транспорту «Мости та труби. Обстеження і випробування». Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 41 с. [Чинний з 2010.03.01].
10. ГБН Г.1-218-182:2011 Ремонт автомобільних доріг загального користування. Види ремонтів та перелік робіт. Київ: Державна служба автомобільних доріг України (Укравтодор), 2011. 16 с. [Чинний з 2011.08.23].
11. П-Г.1-218-113-2009 «Технічні правила ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування України». Київ: Укравтодор, ХНАДУ, «Укрдортехнологія», 2009. 258 с. [Чинний з 2009.07.01].

Стаття надійшла 13.06.2024