



Doi: <https://doi.org/10.33644/2313-6679-3-2023-9>

УДК 626.8 (075.8)



**ОКСЕНЬ Є. І.**

Доктор техн. наук, провідний науковий співробітник ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: eioksen@gmail.com, тел.: +38 (050) 674-47-78, ORCID: 0000-0003-1075-6840



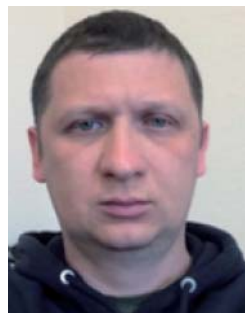
**ТИТАРЕНКО В. А.**

Канд. техн. наук, старший науковий співробітник, завідувач відділення ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: 0679199507@ukr.net, тел.: +38 (067) 919-95-07, ORCID: 0000-0001-9746-2399



**ДОМБРОВСЬКИЙ Я. І.**

Завідувач лабораторії ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: 355niisk356@gmail.com, тел.: +38 (067) 420-57-55, ORCID: 0000-0003-0687-1256



**СТЕПАНЧУК С. В.**

Старший науковий співробітник ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: serij19071982@gmail.com, тел.: +38 (097) 645-38-70, ORCID: 0000-0002-5591-1827



**ШУМІНСЬКИЙ В. Д.**

канд. техн. наук, провідний науковий співробітник ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: shumikvd@gmail.com, тел.: +38 (096) 617-55-70, ORCID: 0000-0002-8751-1983

## ОСОБЛИВОСТІ ОБСТЕЖЕННЯ МОСТОВИХ СПОРУД КИЇВСЬКОЇ ГЕС

### АНОТАЦІЯ

Мостові споруди Київської ГЕС складаються з мосту через Київську ГЕС та мосту через судноплавний шлюз. Міст через Київську ГЕС розташований на биках вздовж водозливів, суміщених з будівлею Київської ГЕС з боку нижнього б'єфу. Повна довжина мосту по граням опор – 287,6 м; повна ширина мосту – 14,87 м.

В статті досліджено процес втрати залишкового ресурсу та зміни експлуатаційного стану мостових споруд Київської ГЕС в часі внаслідок руйнівних впливів експлуатаційних навантажень та зовнішнього середовища. Актуальність

та необхідність виконання обстежень та оцінки технічного стану мостових споруд Київської ГЕС обумовлена значним терміном їх експлуатації, визначенням фактичного експлуатаційного стану мостів як в цілому, так і їх елементів, виявленням дефектів і пошкоджень, наданням пропозицій щодо їх подальшої експлуатації, а також необхідністю оцінки ефективності заходів щодо відновлення проектних параметрів під час проведення реконструкції мосту через Київську ГЕС в 2010 році. Обстеження було проведено працівниками Державного підприємства «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (ДП



НДІБК).

Розглянуті особливості проведення візуальних та інструментальних обстежень мостів. Під час обстежень мостового полотна та підходів, прогонових будов, опорних частин, опор виявлені характерні дефекти і пошкодження, що утворилися за період експлуатації. Надані пропозиції та рекомендації щодо їх ліквідації, а також визначено фактичний експлуатаційний стан елементів конструкцій мостів в цілому. Проведено розрахунок вантажопідйомності мостів для прогонів з попередньо-напруженими балками для нормативних тимчасових навантажень, розрахунок залишкового ресурсу конструктивних елементів за результатами обстеження елементів конструкцій мостів, виконано оцінювання їх експлуатаційного стану. Надані рекомендації щодо подальшої експлуатації мостів. Експлуатаційний стан мосту через Київську ГЕС та мосту через судноплавний шлюз на даний час відповідає експлуатаційному стану 3 – «працездатний». Виконано візуальні та інструментальні обстеження мостових споруд Київської ГЕС – мосту через Київську ГЕС та мосту через судноплавний шлюз.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** вантажопідйомність мосту, залишковий ресурс, експлуатаційний стан, Київська ГЕС, мостове полотно, обстеження, опора, опорна частина, підхід, прогонова будова, судноплавний шлюз.

## FEATURES OF INSPECTION OF BRIDGE STRUCTURES OF THE KYIV HYDROELECTRIC POWER PLANT

### ABSTRACT

The bridge structures of the Kyiv hydroelectric power plant consist of a bridge across the Kyiv hydroelectric power plant and through the shipping lock. The bridge over the Kyiv HPP is located on bridge piers along the spillways, combined with the building of the Kyiv HPP on the downstream side. The total length of the bridge along the edges of the supports is 287.6 m; the total width of the bridge is 14.87 m.

The article examines the process of loss of residual resources and changes in the operational state of the bridge over the Kyiv HPP and the shipping lock over time as a result of the destructive effects of operational loads and the external environment. The relevance and necessity of carrying out inspections and assessing the technical condition of bridge structures at the Kyiv Hydroelectric Power Plant is due to their significant service life (56 years, while the normative term of operation of bridges of prefabricated monolithic construction is 70 years), determining the actual operational condition of bridges, detecting defects and damage, and providing proposals for their further operation. Also, an inspection is needed to assess the effectiveness of measures to restore

design parameters during the reconstruction of the bridge across the Kyiv hydroelectric power plant in 2010. The survey was conducted in 2020 by experts of the State Enterprise "State Research Institute of Building Constructions" (NIISK).

The features of conducting visual and instrumental inspections of the bridge are considered, the general characteristics of the Kyiv HPP and the shipping lock are given, as well as the bridge as a whole, which passes through both the Kyiv HPP and the shipping lock.

During inspections of the bridge road and approaches, spans, supporting parts, and supports, characteristic defects and damage that occurred during the period of operation were discovered. Proposals and recommendations for their elimination are provided, as well as the actual operating condition of the bridge construction elements as a whole is determined. The load capacity of bridges was calculated for spans with prestressed beams for standard live loads. The residual life of structural elements was calculated based on the results of an examination of bridge structural elements. An assessment of their operational condition was carried out.

Recommendations are provided regarding the further operation of the bridge over the Kyiv HPP and the shipping lock. The operational status of the bridge over the Kyiv HPP and the shipping lock currently corresponds to operational status 3 - "serviceable". Visual and instrumental surveys of the bridge structures of the Kyiv hydroelectric power station were carried out: the bridge across the Kyiv hydroelectric power station and across the shipping lock.

**KEYWORDS:** load carrying capacity of the bridge, residual resource, operational condition, Kyiv HPP, bridge road, survey, support, supporting parts, approaches, span structure, shipping lock.

### ВСТУП

Мостові споруди Київської ГЕС на автомобільній дорозі Р-69 Київ – Вишгород – Десна – Чернігів, що складаються з мосту через Київську ГЕС та мосту через судноплавний шлюз, призначені для пропуску автомобільного транспорту та пішоходів по спорудах Київської ГЕС та судноплавному шлюзу через р. Дніпро (рис. 1).

Міст через Київську ГЕС побудовано в 1964 р. за проектами ПІ «Укргідропроєкт» та «Київдіпротранс», міст через судноплавний шлюз – в 1971 р. за проектом Харківського відділення інституту «Гідропроєкт». У 2010 р. здійснена реконструкція мосту через Київську ГЕС.

Проїзна частина обох мостів за габаритом Г12 шириною 12,0 м, розподілена на чотири смуги руху шириною по 3,0 м, смуги безпеки та розподільна смуга – відсутні. Проїзна конструкція мостів з



**Рисунок 1** – Вид на Київську ГЕС та міст з боку нижнього б'єфу (з правого берега)

вказаними параметрами не відповідає вимогам безпеки руху згідно з [1]. На мостах введені обмеження для транспортних засобів: швидкість руху до 40 км/год., вага до 30 т.

#### **ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ**

Актуальність та необхідність виконання обстежень та оцінки технічного стану мостових споруд Київської ГЕС обумовлена значним терміном їх експлуатації, визначенням фактичного експлуатаційного стану мостів як в цілому, так і їх елементів, виявленням дефектів і пошкоджень, наданням пропозицій щодо їх подальшої експлуатації, а також необхідністю оцінки ефективності заходів щодо відновлення проектних параметрів під час проведення реконструкції мосту через Київську ГЕС в 2010 році [3÷7].

Обстеження мостів виконано з метою вирішення таких основних задач:

- 1) візуальні обстеження, виявлення дефектів, що накопичилися за період експлуатації, та визначення фактичного експлуатаційного стану елементів конструкцій мостів [8, 9];
- 2) інструментальні обстеження окремих елементів конструкцій мостів;
- 3) визначення розмірів дефектів елементів конструкцій мостів;
- 4) вимірювання геометричних розмірів елементів конструкцій мостів;
- 5) розроблення обмірних креслень мостів та схем розташування дефектів;
- 6) визначення вантажопідйомності прогонових будов мостів відносно колон нормативного рухомого навантаження [5, 8];
- 7) визначення залишкового ресурсу елементів конструкцій мостів відповідно до їх станів та нормативних термінів служби;
- 8) складання паспорту мостів Київської ГЕС на основі виконаних візуальних та інструментальних обстежень та розрахунків.

Об'єктом дослідження є процес втрати залишкового ресурсу та зміни експлуатаційного стану мосту через Київську ГЕС та мосту через судноплавний шлюз в часі внаслідок руйнівних впливів експлуатаційних навантажень та зовнішнього середовища, а предметом дослідження – вплив дефектів, що утворилися за час експлуатації, на залишковий ресурс елементів і експлуатаційний стан мостових споруд Київської ГЕС.

#### **МІСТ ЧЕРЕЗ КИЇВСЬКУ ГЕС**

Міст через Київську ГЕС розташований на биках вздовж водозливів, суміщених з будівлею Київської ГЕС з боку нижнього б'єфу. Повна довжина мосту по граням опор – 287,6 м; повна ширина мосту – 14,87 м.

Експлуатаційний стан мосту на час обстежень, згідно з [2], відповідав стану 3 – «працездатний».

Стан дорожнього полотна мосту зі сторони м. Вишгород та с. Хотянівка показані на рис. 2.

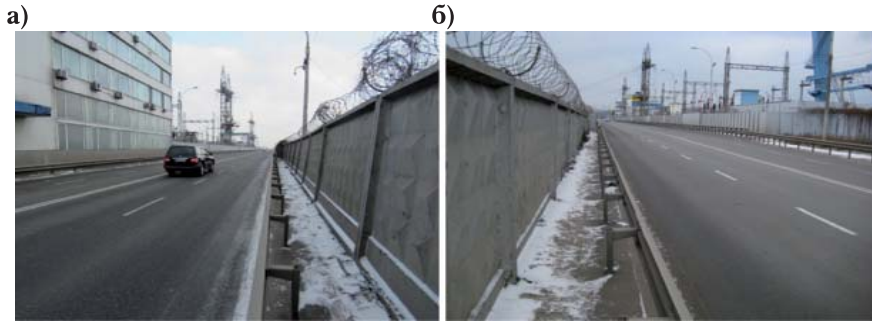
Водовідведення здійснюється в підмостовий простір в місцях установки системи з приймальних воронок і вертикальних сталевих труб. На мосту та підходах встановлено напівжорстке бар'єрне огороження зі сталевих двохвильового профілю з амортизуючими кронштейнами висотою 0,80 м. Покриття на тротуарах та проїзній частині – асфальтобетонне. Довжина залізобетонних попередньо напружених діафрагмових балок прогонів – 25,5 м. Клас бетону балок прогонових будов – С28/35÷С32/40. Кількість прогонів – 10, кількість балок в прогоні – 6. Відстань між осями балок, починаючи з верхової сторони, –  $3 \times 1,8 + 2,65 + 1,8$  м. Фундаменти суміщені з конструкцією опор (рис. 3).

#### **Інструментальні обстеження елементів конструкцій**

За результатами інструментальних обстежень фактичної міцності бетону залізобетонних елементів середня міцність бетону залізобетонних конструкцій опор знаходиться в межах  $33,1 \div 49,1$  МПа, що відповідає класу бетону С20/25÷С28/35. Визначення міцності виконувалось неруйнівним методом за допомогою ультразвукового приладу ОНИКС 2.5.

#### **Обстеження мостового полотна та підходів**

Візуальні обстеження мосту дозволили виявити такі дефекти мостового полотна та підходів [8, 9]: поперечні тріщини в покритті від бордюру до бордюру; поодинокі тріщини в покритті вздовж роздільної смуги (рис. 4); руйнування асфаль-



**Рисунок 2** – Стан дорожнього полотна мосту через Київську ГЕСзі сторони а) м. Вишгород та б) с. Хотянівка



**Рисунок 3** – Вид знизу: а) на прогони № 1-2 та б) монолітні П-подібні залізобетонні опори, суміщені з биками будівлі ГЕС

тобетонного покриття в місцях розташування деформаційних швів; вибоїни в покритті проїзної частини; тріщини в покритті тротуару; руйнування покриття тротуарів; корозія та лущення фарби огороження; колійність полотна вздовж бордюрів.

За якісним і кількісним оцінюванням дефектів та пошкоджень експлуатаційний стан мостового полотна та підходів, згідно з [2], відповідає стану 3 – «працездатний».

### ОБСТЕЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЗАТВОРОСХОВИЩА

При обстеженні виявлені такі дефекти конструкції затворосховища: місцеві підтікання без оголення арматури; сліди замокання та вилуговування бетону (рис. 5); місцеві раковини без оголення арматури; сліди вилуговування захисного шару; похилі тріщини у торцевій опорі; пошкодження захисного шару бетону перекриття; корозія арматури перекриття і низової опори.

За якісним і кількісним оцінюванням дефектів та пошкоджень експлуатаційний стан конструкцій затворосхо-

частин: локальне оголення та корозія арматури опори (рис. 8); сколювання захисного шару граней ригеля; оголення та корозія арматури ригеля опори (рис. 9); відсутність мастила на поверхнях тертя опорних частин; суцільна корозія поверхонь тертя опорних частин; сліди висолів на гранях ригелів та захисного шару опор; локальні сліди замокання опор; замокання на зовнішній поверхні ригелів; пошкодження захисного шару опор; тріщини в елементах опор.

За якісним і кількісним оцінюванням дефектів та пошкоджень експлуатаційний стан конструкцій

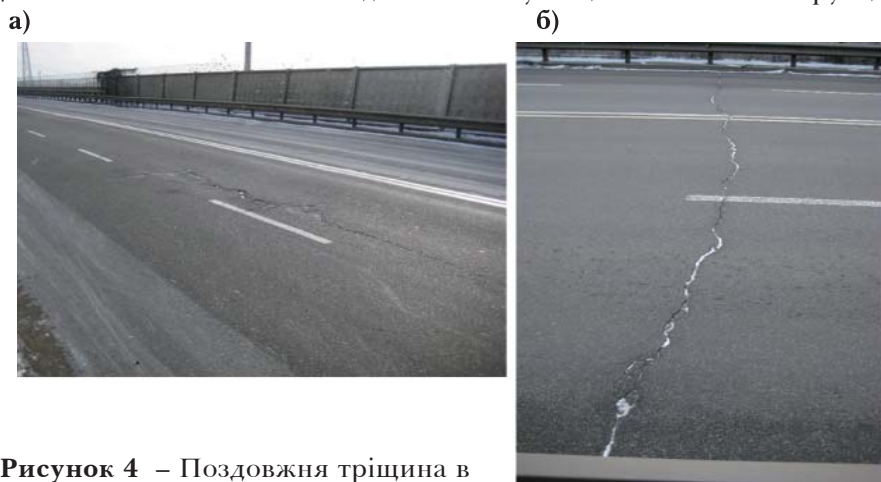
вища, згідно з ДСТУ 9181 [2], відповідає стану 2 – «обмежено справний».

### ОБСТЕЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПРОГОННОЇ БУДОВИ

При обстеженні виявлені такі дефекти конструкцій прогонної будови: сліди вилуговування бетону на поверхні балок; сколювання бетону без оголення арматури та з оголенням арматури (рис. 6); чисельні сколювання та раковини у розтягнутій зоні бетону (рис. 7); пошкодження захисного шару бетону; корозія арматури; пошкодження опорних частин; тріщини, сколювання бетону в балках.

За якісним і кількісним оцінюванням дефектів та пошкоджень експлуатаційний стан прогонної будови, згідно з [2], відповідає стану 3 – «працездатний».

Обстеження конструкції опорних частин та опор. При обстеженні виявлені такі дефекти конструкцій опор та опорних



**Рисунок 4** – Поздовжня тріщина в покритті проїзної частини мосту вздовж розділювальної смуги розкриттям до 8 мм а) та поперечна тріщина в покритті від бордюру до бордюру розкриттям до 11 мм б)



опор та опорних частин, згідно з [2], відповідає експлуатаційному стану 3 – «працездатний».

**Розрахунок вантажопідйомності мосту** проведено для прогонів з попередньо-напруженими балками довжиною 25,50 м для нормативних тимчасових навантажень [5, 8]: колони навантажень Н-30; колони навантажень Н-40; великовагового навантаження НК-100. Експлуатаційний стан мосту за вантажопідйомністю прогонної будови, згідно з [2], відповідає стану 1 – «справний».

**Розрахунок залишкового ресурсу конструктивних елементів.** За результатами обстеження визначені наступні елементи конструкції мосту, що внаслідок негативної дії навантажень та впливів навколишнього середовища знаходяться в експлуатаційному стані 3 – «працездатний»: прогонові будови з попередньо напруженого залізобетону; опорні частини; підферменники; опори. Розрахунок виконано відповідно до [2], згідно з яким ресурс елементів мосту, що знаходяться в експлуатаційному стані 3 – «працездатний», становить 23 роки, загальний залишковий

ресурс елементів мосту складає 37 років.

**Оцінювання експлуатаційного стану.** Оцінювання виконано за результатами обстеження відповідно до вимог [2]. Вихідні дані для розрахунку: номери експлуатаційних станів груп конструктивних елементів мосту: проїзна частина, прогонова будова, опори та опорні частини – стан 3 – «працездатний», фундаменти – стан 2 – «обмежено справний».

Експлуатаційний стан мосту в цілому оцінено за формалізованою експертною оцінкою згідно з [2]. За рейтингом міст знаходиться в експлуатаційному стані 3 – «працездатний».

**Рекомендації щодо подальшої експлуатації мосту через Київську ГЕС**

Для подальшої експлуатації мостових споруд Київської ГЕС слід виконати комплекс заходів з відновлення експлуатаційного стану мосту через Київську ГЕС, а саме:

- ремонт дорожнього одягу (заміна шару зносу, заливка мастикию тріщин підходів до мосту);
- ремонт поверхні пошкоджених



**Рисунок 5** – Сліди замокання та вилугування бетону, пошкодження захисного шару бетону із оголенням арматури



**Рисунок 6** – Сколювання бетону із оголенням арматури, корозія арматури (прогін № 1-2)



**Рисунок 7** – Чисельні раковини у розтягнутій зоні бетону (прогін № 6-7)



**Рисунок 8** – Локальне оголення та корозія арматури опори №1



**Рисунок 9** – Оголення та корозія арматури ригеля опори № 2

залізобетонних конструктивних елементів мосту (очищення піскоструменевим методом пошкоджених частин, відновлення захисного шару бетону спеціальними будівельними сумішами, відновлення антикорозійного захисту поверхонь сталевих конструктивних елементів, обробка бетонних поверхонь конструктивних елементів відновлюючими розчинами, обробка поверхні водовідвідних труб зі слідами корозії антикорозійними матеріалами, відновлення антикорозійного захисту поверхонь сталевих опорних частин прогонних будов);

- скорочення термінів між періодичними оглядами, поточними ремонтами та між обстеженнями до трьох років.

### МІСТ ЧЕРЕЗ СУДНОПЛАВНИЙ ШЛЮЗ

Міст через судноплавний шлюз пригребельного типу розташований на нижній голові шлюзу з боку нижнього б'єфу. Повна довжина мосту по заднім граням опор – 76,44 м; повна ширина мосту – 14,87 м.



**Рисунок 10** – Вид на міст через судноплавний шлюз з боку а) верхнього та б) нижнього б'єфів

Вид на міст через судноплавний шлюз Київської ГЕС показано на рис. 10.

Конструкція автодороги через судноплавний шлюз аналогічна автодорозі через Київську ГЕС. Статична схема мосту – балкова розрізна за схемою 18,70 + 24,0 + 18,70 м. Прогони об'єднані термонерозрізними плитами з деформаційними швами закритого типу (рис. 11). В поперечному перерізі – 6 попередньо-напружених балок. Відстань між осями балок, починаючи з верхової сторони, –  $3 \times 1,8 + 2,65 + 1,8$  м.

Опори мосту – залізобетонні монолітні у вигляді стінок, суміщені з конструкцією судноплавного шлюзу, а опорні частини – сталеві, тангенціальні (рис. 12).

Експлуатаційний стан мосту через судноплавний шлюз, згідно з [2], відповідає стану 3 – «пра-



**Рисунок 11** – Загальний вигляд на прогони мосту 0-1 та 2-3



**Рисунок 12** – Монолітні залізобетонні опори

а) у вигляді стінок, суміщені з конструкцією шлюзу; б) сталеві тангенціальні опорні частини

цездатний».

#### **Інструментальні обстеження елементів конструкцій**

Інструментальні дослідження фактичної міцності бетону залізобетонних елементів показали, що міцність бетону балок прогонної будови знаходиться в межах  $45,5 \div 57,0$  МПа, що відповідає класу бетону С28/35 ÷ С32/40; міцність бетону опор знаходиться в межах  $32,9 \div 47,2$  МПа, що відповідає класу бетону С20/25 ÷ С28/35. Визначення міцності виконувалось неруйнівним методом за допомогою ультразвукового приладу ОНИКС 2.5.

**Обстеження елементів конструкцій, мостового полотна та підходів.** Обстеження та дефекти аналогічні тим, що проведені та виявлені на мосту через Київську ГЕС.

За якісним і кількісним оцінюванням дефектів та пошкоджень експлуатаційний стан мостового полотна та підходів, згідно з [2], відповідає стану 3 – «працездатний».

**Обстеження конструкції прогонної будови та опор мосту.** При обстеженні виявлені наступні дефекти конструкцій прогонної будови: сколи

бетону у розтягнутій зоні із оголенням арматури (рис. 13); корозія арматури полиць балок; сліди замокання та вилугування бетону торцевих частин плити мостового полотна; корозія водовідвідних труб; сліди вилугування бетону залізобетонної плити мостового полотна; пошкодження захисного шару бетону із оголенням арматури (рис. 14); пошкодження захисного шару бетону у вузлах діафрагм.

За якісним і кількісним оцінюванням дефектів та пошкоджень експлуатаційний стан балок прогонної будови, згідно з [2], відповідає стану 3 – «працездатний».

Виявлені наступні дефекти конструкцій опор мосту: замокання та руйнування фасадного шару цегляної кладки тіла опори; горизонтальна тріщина між цегляною кладкою і частиною бетонної опори; просідання бетонних плит кріплення конусу мосту; пошкодження захисного шару бетону, оголення та корозія арматури; суцільна корозія металевих опорних частин.

За якісним і кількісним оцінюванням дефектів та пошкоджень експлуатаційний стан опор мосту, згідно з [2], відповідає стану 3 – «працездатний».



**Рисунок 13** – Пошкодження захисного шару бетону у вузлі діафрагми та сколи бетону у розтягнутій зоні з оголенням арматури, корозія арматури, сліди замокання з вилугуванням бетону на торцевих частинах плити мостового полотна



**Рисунок 14** – Суцільна корозія металевих тангенціальних опорних частин та пошкодження захисного шару, локальне оголення арматури та корозія арматури (опора № 2)

Визначення вантажопідйомності мосту проведено для окремих прогонів [5, 8]: № 0-1 та № 2-3 з попередньо-напруженими балками довжиною 18,70 м; № 1-2 з попередньо-напруженими балками довжиною 24,0 м для нормативних тимчасових навантажень: колони навантажень Н-30; колони навантажень Н-40; великовагового навантаження НК-100.

Експлуатаційний стан мосту за вантажопідйомністю прогонової будови, згідно з [2], становить стан 1 – «справний».

**Розрахунок залишкового ресурсу конструктивних елементів.** За результатами обстеження визначені наступні елементи конструкції мосту, що внаслідок негативної дії навантажень та впливів навколишнього середовища знаходяться в експлуатаційному стані 3 – «працездатний»: прогонні будови з попередньо напруженого залізобетону; опорні частини; підферменники; опори. Вихідні дані для розрахунку залишкового ресурсу конструктивних елементів аналогічні тим, що виконували для мосту через Київську ГЕС. Ресурс елементів мосту, що знаходяться в експлуатаційному стані 3 – «працездатний», становить 23 роки, загальний залишковий ресурс елементів мосту складає 37 років.

**Оцінювання експлуатаційного стану мосту.** Оцінювання виконано за результатами обстеження відповідно до вимог [2]. Експлуатаційний стан мосту в цілому оцінено за формалізованою експертною оцінкою. Згідно з вихідними даними по мосту та оцінюванням експлуатаційного стану проїзної частини, прогонової будови, опор та опорних частин вони відповідають експлуатаційному стану 3 – «працездатний».

Згідно з [2], міст за рейтингом знаходиться в експлуатаційному стані 3 – «працездатний».

Експлуатаційний стан мосту узагальнено за станом елементів конструкції та за формалізованою експертною оцінкою (рейтингом) класифіковано як стан 3 – «працездатний».

### **Рекомендації щодо подальшої експлуатації мосту через судноплавний шлюз.**

Для подальшої експлуатації мостових споруд Київської ГЕС слід виконати комплекс заходів з відновлення експлуатаційного стану мосту через судноплавний шлюз, а саме:

- ремонт дорожнього одягу (заміна шару покриття, заливка тріщин мастикою на підходах до мосту);
- ремонт поверхні пошкоджених залізобетонних конструктивних елементів мосту (очистити піскоструменевим методом пошкоджені частини і оголену арматуру, вилучення бетону із порушенням структури, відновлення захисного шару бетону спеціальними будівельними сумішами, відновлення антикорозійного захисту поверхонь металевих конструктивних елементів огороження, обробка бетонних поверхонь конструктивних елементів відновлюючими розчинами, очищення водовідвідних труб від корозії та обробка їх антикорозійними матеріалами);
- в місцях просідання кріплення конусів відновити пошкоджені ділянки з досипанням ґрунту та встановленням плит кріплення в проектне положення;
- відновити антикорозійний захист поверхонь сталевих опорних частин прогонових будов з очищенням від продуктів корозії.

### **ВИСНОВКИ**

1. Виконано візуальні та інструментальні обстеження мостових споруд Київської ГЕС – мосту через Київську ГЕС та мосту через судноплавний шлюз.
2. За результатами проведених випробувань встановлено фактичну міцність бетону на стиск та клас бетону залізобетонних елементів мостів: міцність бетону мосту через Київську ГЕС (балок прогонових будов в межах 45,5 ÷ 57,0 МПа, клас бетону C28/35 ÷ C32/40;





- опор в межах 32,9÷47,2 МПа, клас бетону С20/25÷С28/35); міцність бетону мосту через судноплавний шлюз (середня міцність бетону залізобетонних конструкцій опор в межах 33,1÷49,1 МПа, клас бетону С20/25÷С28/35).
3. Експлуатаційний стан мостових споруд через Київську ГЕС (мостового полотна прогонових будов з попередньо напруженого залізобетону, опорних частин, підферменників, опор, фундаментів опор) відповідає експлуатаційному стану 3 – «працездатний».
  4. Прогнозування залишкового ресурсу мостових споруд через Київську ГЕС здійснено відповідно до наведеної у [2] моделі деградації елементів мосту за умов незмінності інтенсивності відмов  $\lambda$  під час експлуатації. Залишковий ресурс елементів мостів (прогонні будови з попередньо напруженого залізобетону; опорні частини; опори), що знаходяться в експлуатаційному стані 3 – «працездатний», складає 37 років.
  5. Експлуатаційний стан мостових споруд Київської ГЕС узагальнено за станом елементів конструкції мостів та за формалізованою експертною оцінкою (рейтингом) класифіковано як стан 3 – «працездатний».
  6. Розрахунок вантажопідйомності мостових споруд Київської ГЕС показав, що експлуатаційний стан мостів за вантажопідйомністю прогонових будов, згідно з [2], відповідає стану 1 – «справний».

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. ДБН В.2.3-4:2015. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво: Київ: Мінрегіон України, 2016. 104 с.
2. ДСТУ 9181:2022. Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2023. 32 с.
3. ДБН В.1.2-9:2021: Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека і доступність під час експлуатації. Київ: Мінрегіон України, 2022. 17 с.
4. ДБН В.1.2-15:2009: Споруди транспорту. Мости та труби. Навантаження і впливи. Київ: Мінрегіон України, 2010. 84 с.
5. ДБН В.2.3-6-2009. Споруди транспорту. Мости та труби. Обстеження і випробування. Київ: Мінрегіон України, 2010. 49 с.
6. ДБН В.2.3-20-2008. Споруди транспорту. Мости та труби. Виконання та приймання робіт. Київ: Мінрегіон України, 2008. 96 с.
7. ДБН В.2.3-22:2009. Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування. Київ: Мінрегіон України, 2010. 73 с.
8. ДСТУ 9123:2021. Настанова з обстеження та випробування мостів і труб. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2021. 40 с.
9. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. 43 с.

#### REFERENCES

1. DBN V.2.3-4:2015. (2016). Automobile roads. Part I. Design. Part II. Construction. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine.
2. DSTU 9181:2022. (2023). Guidelines for assessing and predicting the technical condition of highway bridges: Kyiv: SE "UkrNDNC".
3. DBN V.1.2-9-2008. (2008). System of ensuring reliability and safety of construction objects. Basic requirements for buildings and structures. Operational safety. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine.
4. DBN V.1.2-15:2009. (2010). Transport facilities. Bridges and pipes. Loads and impacts. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine.
5. DBN V.2.3-6-2009. (2010). Transport facilities. Bridges and pipes. Examination and testing. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine.
6. DBN V.2.3-20-2008. (2008). Transport facilities. Bridges and pipes. Execution and acceptance of works. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine.
7. DBN V.2.3-22:2009. (2010). Transport facilities. Bridges and pipes. Design rules. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine.
8. DSTU 9123:2021. (2021). Guidelines for surveying and testing bridges and pipes. Kyiv: SE "UkrNDNC".
9. DSTU-NB V.1.2-18:2016. (2017). Guidelines for the inspection of buildings and structures to determine and assess their technical condition. Kyiv: SE "UkrNDNC".

Стаття надійшла до редакції 10.08.2023