

УДК 631.6:627.417.4

Гурин В. А., д.т.н., проф., Радчук М. І., аспірант (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ БЕТОННИХ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД ЗА ВІЗУАЛЬНИМ ОБСТЕЖЕННЯМ

Наведені основні критерії, що визначають надійність бетонних споруд, які можуть проявлятися у період їх експлуатації. Сформульовано основні передумови для оцінки надійності бетонних гідротехнічних споруд за візуальним обстеженням.

Ключові слова: надійність гідротехнічних споруд, відмова-перешкода, відмова-зрив, коефіцієнт збереженості.

Бетонні і залізобетонні конструкції використовують при зведенні більшості гідротехнічних споруд. Бетон довговічний, добре протидіє впливу зовнішнього середовища та забезпечує захист арматури від корозії. Завдяки надійному зчепленню бетону із сталеву арматурою обидва матеріали працюють спільно, що дає можливість найбільшою мірою використовувати фізико-механічні властивості кожного з них [1, 2].

Для оцінки надійності та безпеки експлуатації конструкцій та споруд необхідно виконувати кваліфіковані обстеження та оцінку ступеня їх пошкоджень, які мають бути основою для прогнозування залишкового ресурсу та розробки заходів щодо подовження терміну їх безаварійної роботи [2].

У зв'язку з цим виникає необхідність у встановленні надійності обстежувальних конструкцій і споруд за зовнішніми ознаками пошкоджень. Як показали спостереження [2], в процесі експлуатації в бетонних спорудах відбувається циклічна зміна їх надійності, що пов'язана з зміною величин навантажень і змін експлуатаційних властивостей внаслідок різних пошкоджень [3].

Відмови та пошкодження в спорудах та конструкціях можуть бути двох видів залежно від причин їх виникнення: від дії сил та від впливу зовнішнього середовища [4].

Відмовою вважається реалізація такого стану споруди, її частини або елемента, який призводить до появи економічних збитків чи соціальних втрат. При цьому відрізняють відмови-зриви, поява яких одразу ж викликає виникнення збитків, і відмови-перешкоди, після появи яких починається поступове накопичення збитків [4].

Поява відмови-зрив означає що споруда переходить в граничний стан, пошкодження свідчать про можливість повного руйнування споруди.

Руйнування споруд від відмов-перешкод це тривалий вихід з параметрів, що характеризують працездатність, за межі нормативних допусків, виникають внаслідок накопичення пошкоджень у конструкціях при експлуатації

Руйнування внаслідок відмов-перешкод відбуваються зазвичай при тривалій експлуатації і пов'язані з фізичним зносом конструкцій.

Для оцінки експлуатаційної придатності конструкцій споруди на практиці вдаються до натурних обстежень, на підставі яких доводиться вирішувати два завдання: при якому значенні рівня пошкоджень може бути забезпечена нормальна експлуатація конструкцій, та на який термін може бути продовжена експлуатація до наступного обстеження та ремонту.

Цілями обстеження споруд є виявлення дефектів конструктивних елементів, визначення фізичного зносу конструкцій та споруд у цілому та складання висновку про технічний стан споруди і його придатності до експлуатації [5].

При оцінці технічного стану інженерних споруд доцільно крім граничних станів конструкцій прийняти також проміжні значення станів за п'ятибальною шкалою.

При досягненні конструкцією певного рівня надійності (див. рис. 1) в ній будуть спостерігатися незворотні пошкодження: тріщини, втрата міцності елементів, деформаційні зміни, нерівномірні осідання фундаментів, корозійні пошкодження тощо [3].

З урахуванням пошкоджень за допомогою розрахунків можуть бути встановлений фактичний технічний стан споруди. На підставі даних про характерні пошкодження інженерних споруд, що мають місце при їх експлуатації, в таблиці 1 приведені категорії технічного стану.

В залежності від наявних пошкоджень, технічний стан конструкцій споруд розділяється на 5 категорій: справний, працездатний, обмежено-працездатний, непрацездатний, граничний стан [4].

Технічний контроль елементів споруд передбачає виявлення дефектів (відмов-перешкод) і оцінку їх впливу на технічний стан елемента (малозначні, значні, критичні дефекти). Наявність і вага дефектів виявляють відповідно до встановлених якісними та кількісними характеристиками (ознаками) технічного стану об'єкта контролю. Технічний огляд споруд дозволяє встановити їх надійність на момент обстеження.

При цьому оцінка надійності конструкцій повинна проводитися по

більш значущому пошкодженні в конструкції, оскільки при його критичному значенні може призвести до появи відмови-зрив.



Рис. 1. Зміна надійності споруди в процесі експлуатації

Своєчасна оцінка технічного стану і надійності споруд дозволить вчасно провести їх ремонт тим самим забезпечити їх надійність при експлуатації.

Для оцінки категорії стану конструкції, гідротехнічних споруд необхідна наявність хоча б однієї ознаки, наведеної в таблиці 1.

Технічний контроль споруди (елементів) включає три основні етапи.

На першому визначають обсяг контролю, проводять вибір номенклатури контрольованих властивостей, визначають якісні та кількісні характеристики технічного стану об'єкта і складають алгоритм контролю.

Другий етап пов'язаний з виконанням натурних робіт з метою отримання інформації про характеристики технічного стану споруди (елементів). На цьому етапі спочатку проводять оцінку об'єкта за якісними характеристиками його технічного стану, аналізують первинні результати, за якими, при необхідності, уточнюють алгоритм контролю.

На третьому етапі обробляють і аналізують результати другого етапу робіт, ідентифікують дефекти елементів і складають відомість дефектів. Визначається працездатність основних конструкцій і споруди в

цілому.

Таблиця 1

Категорії технічного стану споруд

Категорія технічного стану	Описання технічного стану
I	Справний. Відсутні видимі пошкодження. Виконуються всі вимоги діючих норм і проектної документації. Необхідності в ремонтних роботах немає.
II	Працездатний. Пошкодження незначні. Несуча здатність конструкцій забезпечена, вимоги норм по граничним станам I групи та довговічності можуть бути порушені, але забезпечуються нормальні умови експлуатації. Потрібне усунення дрібних пошкоджень.
III	Обмежено-працездатний. Пошкодження середні. Існуючі пошкодження свідчать про зниження несучої здатності окремих конструкцій. Для продовження нормальної експлуатації потрібен ремонт по усуненню пошкоджених конструкцій.
IV	Непрацездатний. Пошкодження великі. Існуючі пошкодження свідчать про непридатність до експлуатації конструкцій. Потрібен капітальний ремонт споруди. До проведення ремонту необхідне обмеження діючих навантажень. Експлуатація можлива лише після ремонту.
V	Граничний стан. Існуючі пошкодження свідчать про можливість обвалення конструкцій. Потрібно негайно розвантажити конструкцію і огородити небезпечні зони. Ремонт в основному проводиться з заміною аварійних конструкцій.

Для висновку про подальшу експлуатацію, встановлення терміну служби споруди необхідно знати залежність цих властивостей з часом.

Перехід споруди із однієї категорії технічного стану в іншу у зв'язку з появою пошкоджень приведений на рис. 2 [6].

Вплив дефекту на працездатність елемента визначає його збереження і характеризується коефіцієнтом збереження a , який слід встановлювати шляхом порівняння ознак дефектів, виявлених в результаті обстежень.

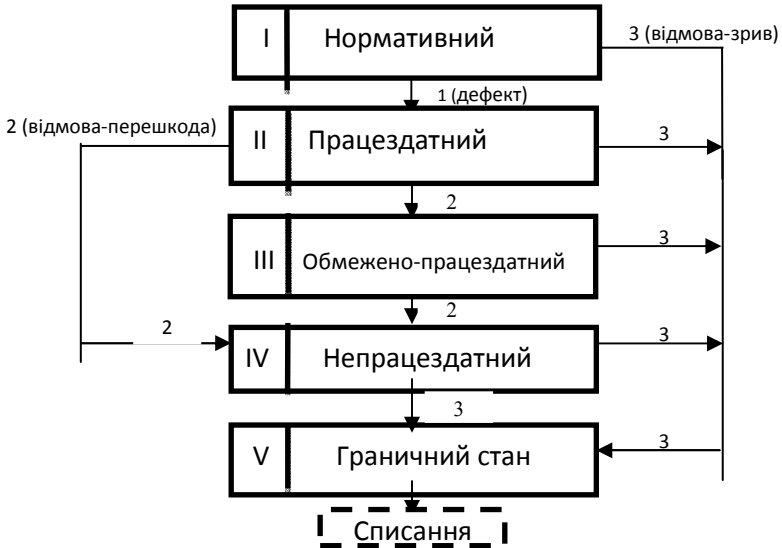


Рис. 2. Модель видів технічного стану ГТС та їх зв'язок з відмовами: 1 – відхилення окремих характеристик технічного стану елемента від встановлених, що не приводить до порушення працездатності; 2 – відмова яка призводить до порушень роботи елемента; 3 – перехід в граничний стан через наявність відмови-зрив

Коефіцієнт збережуваності для елементів без пошкоджень I-ї категорії приймається $a_1=1$ з малозначними дефектами II-ї категорії приймається в інтервалі $1 > a_2 \geq 0,6$; зі значними для III-ї категорії – $0,6 > a_3 \geq 0,4$; з критичними для III-ї категорії – $a_4 < 0,4$.

Коефіцієнт збережуваності для групи однорідних елементів визначають за формулою[5]:

$$a = \frac{\sum_{j=1}^m a_j}{m}, \quad (1)$$

де a_j – значення коефіцієнта збережуваності елемента; $j = 1, 2, 3, \dots, m$ – номер елемента i -ї групи однорідних елементів; m – кількість елементів у i -й групі однорідних елементів.

Коефіцієнт збережуваності споруд з n груп однорідних елементів визначають за формулою [6]:

$$a_n = \frac{\sum_{i=1}^n a_i b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}, \quad (2)$$

де $i = 1, 2, 3, \dots, n$ – порядковий номер елемента конструктивної схеми (групи однорідних елементів); b – коефіцієнт ваги груп елементів у складі споруди; a_i – коефіцієнт збережуваності групи однорідних елементів, визнається за формулою (1).

При певному значенні коефіцієнта збережуваності споруди по таблиці 2 встановлюють значення фізичного зносу споруди і призначають склад та обсяг ремонтних робіт.

Таблиця 2

Характеристики технічного стану споруд та заходів щодо забезпечення їх роботоздатності [6]

Вид технічного стану		Справний	Працездатний	Обмеженопрацездатний	Непрацездатний	Граничний стан	
Категорія дефекту		дефектів нема	1-а категорія - малозначний дефект	2-а категорія - значний дефект		3-я категорія критичний дефект	
Коефіцієнт збереженості		1,0	1,0-0,8	0,8-0,6	0,6-0,4	0,4-0,2	0,2-0
Показник зношення	%	0	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
	Безрозмірний	0	0-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1,0
Вид ремонту		-	Поточний ремонт	Капітальний	Відновлення	Списання	
				Вибірковий			

Методика оцінки технічного стану гідротехнічних споруд за візуальним обстеженням дозволяє встановити надійність споруд в момент проведення обстеження з мінімальними витратами на обстеження та призначити необхідний вид ремонтних робіт для обстежувальної споруди.

1. Гурин В. А. оцінка надійності ребристих плит кріплення укосу водогосподарських об'єктів / Гурин В. А., Радчук М. І. // Вісник НУВГП – Випуск 1(61).

– 210 с. 2. Карпенко А. О. Аналіз досліджень в області надійності залізобетонних елементів з високоміцного бетону / А. О. Карпенко. – К., 2011. 3. Добромислов А. Н. Оценка эксплуатационной надежности строительных конструкций по внешним признакам / А. Н. Добромислов // Проектирование и расчет строительных конструкций : сб. статей / ЛДНП. – СПб, 1989. – С. 76-85. 4. ДБН В.1.2-14-2009 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ» / Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 5. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций по внешним признакам (ЦНИИПромзданий). – Москва : ГОССТРОЙ СССР, 1989. – 102 с. 6. ГОСТ Р 54523-2011 «Портовые гидротехнические сооружения правила обследования и мониторинга технического состояния» – М. : Стандартинформ, 2012. 7. ДБН В.2.4-3:2010 «Гідротехнічні споруди. Основні положення» – К. : Мінрегіонбуд України, 2010.

Рецензент: д.т.н., професор Ткачук М. М. (НУВГП)

Huryn V. A., Doctor of Engineering, Professor, Radchuk M. I., Post-graduate Student (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

RELIABILITY ASSESSMENT OF CONCRETE WATERWORKS VISUAL INSPECTION

The basic criteria to determine the reliability of concrete structures that may occur during their operation are shown. The basic prerequisites for assessing the reliability of concrete hydraulic structures by visual inspect are formulated.

Keywords: reliability of hydraulic structures, the failure-to-interference, non-stall, coefficient of safety.

Гурин В. А., д.т.н., проф., Радчук М. И., аспирант (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ БЕТОННЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ПО ВИЗУАЛЬНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Приведены основные критерии, которые определяют надежность бетонных сооружений и могут проявляться в период их эксплуатации. Сформулированы основные предпосылки для оценки надежности бетонных гидротехнических сооружений по визуальным обследованиям.

Ключевые слова: надежность гидротехнических сооружений, отказ-помеха, отказ-срыв, коэффициент сохранности.
