

ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПРОЕКТНОГО РЕСУРСУ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Розглянуто проблему призначення та регулювання ресурсу сталезалізобетонних конструкцій на підставі використання апостеріорної інформації. Доведено, що введення в методіку фактора часу та стратегії проведення капітальних ремонтів підвищує показники експлуатаційної придатності сталезалізобетонних конструкцій.

Ключові слова: сталезалізобетонні конструкції, експлуатація, проектний ресурс.

Вступ. Сталезалізобетонні конструкції останнім часом знаходять усе більше використання в практиці будівництва. Найбільш ефективними областями їх використання є значно навантажені стиснені та зігнуті елементи. На сьогодні доволі повно розроблені методики розрахунку міцності таких елементів [1, 2]. Визначенню технічного стану їх у процесі експлуатації, а також його прогнозуванню присвячено значно менше робіт, і ця проблема є нерозв'язаною. У ряді наукових установ та ВНЗ, а саме: Науково-дослідному інституті будівельних конструкцій, Полтавському національному технічному університеті імені Юрія Кондратюка, Криворізькому національному університеті, Одеській академії будівництва та архітектури – проводяться комплексні дослідження, метою яких є створення методики визначення технічного стану окремих будівельних конструкцій, а також будівель і споруд у цілому, прогнозування та регулювання його в процесі експлуатації.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. Чинні норми [3], як відомо, під час проектування не встановлюють початковий ресурс сталезалізобетонних конструкцій прямим (розрахунковим) шляхом. Метод розрахунку за граничними станами [4] передбачає введення до розрахункових залежностей ряду коефіцієнтів надійності γ_i , які враховують різні фактори, що можуть впливати на цю величину. Так, коефіцієнти надійності за навантаженням забезпечують неперевищення певного навантаження протягом установленого часу з наперед заданою надійністю, а коефіцієнти сполучень – імовірність дії навантажень одночасно.

Коефіцієнти надійності за матеріалами (для сталезалізобетонних конструкцій це γ_b і γ_s) певним чином ураховують умови експлуатації, однак при їх визначеннях жодним чином не враховується час експлуатації, тобто початковий (проектний) ресурс залишається невизначеним. Так, для бетону одні коефіцієнти враховують умови експлуатації, проте зовсім не диференціюють їх за ступенем агресивності впливу й не враховують при цьому фактора часу. Інші коефіцієнти умов роботи бетону враховують вид конструкцій та умови їх виготовлення.

Аналогічна ситуація з коефіцієнтами надійності за матеріалом для сталі. Для цього матеріалу коефіцієнт надійності також не враховує часу експлуатації, тобто визначити ресурс конструкції, використовуючи його, неможливо.

Непрямым шляхом ресурс конструкції встановлюється поділом будівель та споруд на класи [5]. Віднесення до кожного із цих класів відбувається за критерієм довговічності матеріалів окремих конструктивних елементів (фундаментів, стін, покриттів та перекриттів тощо), та знову ж таки не враховуються фактор часу і факт зносу конструкцій під час їх експлуатації, тобто зміну показників експлуатаційної придатності.

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. Ресурс окремих конструкцій об'єктів комунального й соціально-культурного призначення [6] визначається залежно від: виду конструкції; матеріалу, з якого вона виготовлена та призначення будівлі (житлові будинки й будівлі соціально-культурного призначення). При цьому розглядаються лише сприятливі умови експлуатації.

Для будівельних конструкцій виробничого призначення [7] приблизна періодичність капітальних ремонтів, тобто напрацювання до ремонту, призначається також залежно від виду

конструкції та матеріалу. При цьому розглядаються такі умови експлуатації: нормальні, в агресивному середовищі при перезволоженні й за дії вібраційних та інших видів навантаженнях.

У досить ґрунтовних дослідженнях [8] розроблені методологічні основи нормування технічних станів сталезалізобетонних елементів.

Однак на сьогодні відсутні рекомендації щодо призначення проектного (початкового) ресурсу сталезалізобетонних конструкцій.

Постановка завдання. На основі розробленої загальної методології визначення, прогнозування й регулювання технічного стану окремих конструкцій та будівель і споруд у цілому необхідно сформулювати пропозиції щодо встановлення проектного ресурсу конструкцій із сталезалізобетону.

Основний матеріал і результати. Виходячи із чинної методології розрахунку будівельних конструкцій, на момент уведення об'єкта в експлуатацію ($t = t_0 = 0$) жодних запасів показників експлуатаційної придатності (ПЕП) (в тому числі й найважливіших із них для живучості системи – міцності) немає. Зважаючи на це, найменший знос конструкції (погіршення ПЕП) призводить до відмови системи, оскільки запроєктовані за граничним станом конструкції не мають запасів і показники відразу переходять свої допустимі значення.

У реальних конструкціях цього не відбувається через ряд причин: навантаження, що діють на конструкцію, як правило, менші ніж ті, що закладені під час проектування; дискретне значення площі арматури (сортамент арматури має певний крок), площі поперечного бетонного перерізу та недонапруження бетону (для елементів, що згинаються, як правило, завжди $\xi < \xi_{cr}$) призводить до перевищення несучої здатності порівняно з розрахунковою; проектувальники часто закладають запаси порівняно з вимогами норм.

Оскільки зниження показників недопустиме через відсутність запасів, то постає питання щодо максимального уповільнення зносу. Звідси і методи захисту конструкцій [9] як первинні, так і ті, що реалізуються в процесі експлуатації. Такий підхід до подовження ресурсу сталезалізобетонних конструкцій, що базується, власне кажучи, на зупинці (максимальному сповільненні) зносу їх, має місце й у зарубіжній практиці проектування та експлуатації будівель і споруд [10].

Запропоновано принципово інший підхід до призначення початкового ресурсу конструкцій.

Виходячи з моделі процесу експлуатації, при проектуванні показники експлуатаційної придатності (як правило, це інтегровані показники, наприклад несуча здатність стиснутого елемента, міцність нормального або похилого перерізу елементів, що згинаються тощо) задаються з наперед визначеним запасом, який визначається як різниця між критичним (P_{cr}) та прийнятним (P_{pr}) значенням ПЕП (рис. 1)

$$\Delta P = P_{pr} - P_{cr}. \quad (1)$$

Уже під час проектування на підставі техніко-економічних досліджень (зведення до мінімуму експлуатаційних витрат) закладається стратегія експлуатації окремих конструкцій та будівель і споруд у цілому. Вони можуть експлуатуватися без проведення капітальних ремонтів протягом усього нормативного (призначеного проектувальником чи нормами) часу (крива 1 на рис. 1) та з виконанням капітальних ремонтів (крива 2 на рис. 1).

У процесі призначення початкового ресурсу вихідними значеннями є нормативний термін експлуатації (t_n) та термін до проведення першого (t_1) і наступних (t_2, \dots, t_i) капітальних ремонтів.

У результаті розрахунків знаходимо необхідне для забезпечення вибраного терміну експлуатації значення показника експлуатаційної придатності (P_{pr1} та P_{pr2} залежно від вибраної стратегії). Відношення цього показника до його критичного значення позначимо як коефіцієнт ресурсу γ_R

$$\gamma_R = \frac{P_{pr}}{P_{cr}}. \quad (2)$$

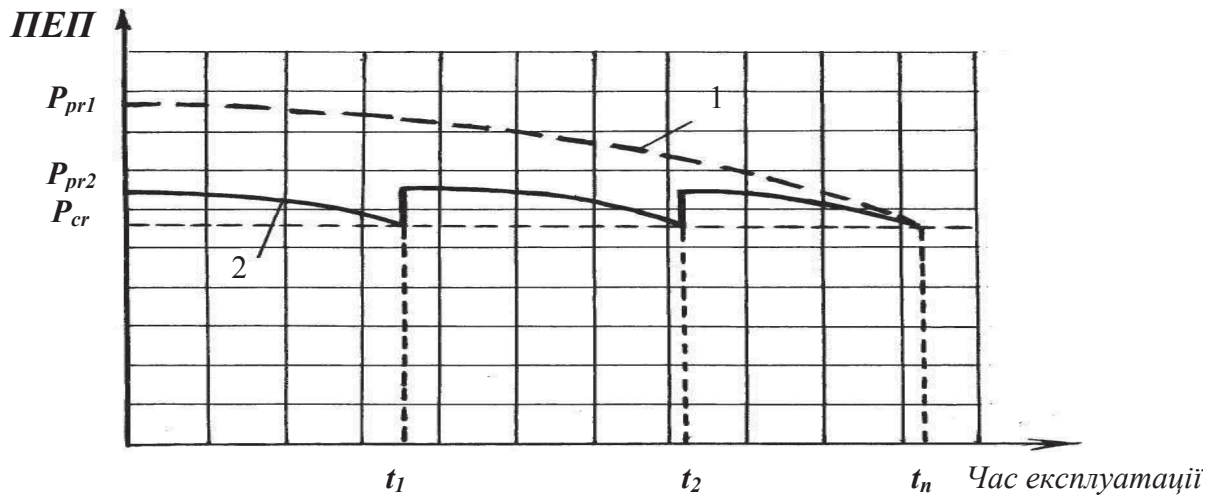


Рисунок 1 – Визначення початкового ресурсу конструкцій: 1 – без капітального ремонту під час експлуатації; 2 – з проведенням капітального ремонту

Цей коефіцієнт дає можливість урахувати фактор часу в процесі призначення початкового ресурсу конструкцій, а значить і будівель чи споруд в цілому. При проектуванні на нього слід помножувати фактичні значення ПЕП, установлені конструктивними розрахунками. Так, залежність для визначення міцності поперечного перерізу сталезалізобетонного елемента трансформується таким чином:

$$T(q, v, \gamma_n, C) \leq \gamma_R T_{per}(S, R_b, \gamma_{bi}, R_s, \gamma_{si}). \quad (3)$$

Головною проблемою при призначенні коефіцієнта ресурсу γ_R є опис кривої експлуатації (лінії 1 та 2 на рис. 1). Для цієї операції слід використовувати дані щодо експлуатації аналогічних об'єктів. У процесі виконання Постанови Кабінету Міністрів від 5 травня 1997 року № 409 «Про забезпечення надійності й безпечної експлуатації будівель, споруд та інженерних мереж» масив таких даних, без сумніву, буде накопичуватися і достовірність призначення початкового ресурсу окремих конструкцій та будівель і споруд у цілому зросте.

Корозія відкритих поверхонь жорсткої арматури сталезалізобетонних конструкцій є одним з найбільш розповсюджених видів пошкоджень, що значним чином впливають на несучу здатність, довговічність та експлуатаційну придатність таких конструктивних елементів [8].

Іншим визначальним фактором зниження міцності й інших показників експлуатаційної придатності є деградація бетону, викликана його карбонізацією.

Ці два основних фактори, що визначають небезпеку досягнення граничного стану сталезалізобетонних конструкцій, достатньо глибоко вивчено й описано в науковій літературі. Це дає можливість скористатися рекомендаціями, розробленими на підставі таких досліджень, та описати процес деградації в часі.

Маючи таку залежність, можна спрогнозувати швидкість погіршення показників експлуатаційної придатності та на цій основі призначити величину початкового ресурсу за наперед вибраною стратегією експлуатації.

Висновки. Викладений у статті підхід до призначення початкового ресурсу конструкцій дає можливість увести в розрахунки фактор часу; врахувати конкретні умови експлуатації прямим шляхом; оптимізувати витрати на будівництво та експлуатацію. Запропонований метод призначення початкового проектного ресурсу дозволить, по-перше, проектувати сталезалізобетонні елементи економними, а по-друге, безпосередньо в розрахунок конструкції закладати термін їх граничної експлуатації та стратегію проведення капітальних ремонтів, під час яких підвищуються показники експлуатаційної придатності, що унеможливує раптову відмову окремої конструкції й системи будівлі чи споруди в цілому.

Література

1. Стороженко Л.И. Железобетонные конструкции с внешним армированием / Л.И. Стороженко. – К.: УМК ВО, 1989. – 99 с.
2. Стороженко Л.И. Трубобетон: монографія / Л.И. Стороженко, Д.А. Єрмоленко, О.І. Лапенко. – Полтава: ПолтНТУ, 2009. – 306 с.
3. ДБН В.2.6-160:2010. Конструкції будинків і споруд. Сталезалізобетонні конструкції. Основні положення: чинний з 2011-09-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 55 с.
4. СТ СЭВ 1406-78. Конструкции бетонные и железобетонные. Основные положения проектирования – М.: Из-ство стандартов, 1978. – 12 с.
5. Реконструкция зданий и сооружений: учеб. пособие для строит. спец. вузов / А.Л. Шагин, Ю.В. Бондаренко, Д.Ф. Гончаренко, В.Б. Гончаров; Под ред. А.Л. Шагина. – М.: Высш. шк., 1991. – 352 с.
6. Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения. Нормы проектирования: $\frac{ВСН\ 58-88(p)}{Госкомархитектуры}$ / Госкомархитектуры. // – М.: Стройиздат, 1990. – 32 с.
7. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд / Держ. комітет буд-ва, архіт. та житлової політики України, Держнаглядохоронпраці України. – К., 1997. – 145 с.
8. Воскобійник О.П. Сталезалізобетон: надійність, технічні стани, ризики: монографія / О.П. Воскобійник. – Донецьк: Донбас, 2014. – 394 с.
9. СНиП 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от коррозии / Госстрой СССР. – М.: ЦИТИ Госстроя СССР, 1986. – 48 с.
10. Защита от коррозии бетонных и железобетонных конструкций транспортных сооружений / Московские городские строительные нормы МГСН 2.09-01. – М., 2003. – 45 с.

*Е.В. Клименко, д.т.н., профессор
Одесская государственная академия строительства и архитектуры*

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЕКТНОГО РЕСУРСА СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Рассмотрена проблема назначения и регулирования ресурса сталежелезобетонных конструкций на основании использования апостериорной информации. Доказано, что введение в методику фактора времени и стратегии проведения капитальных ремонтов повышает показатели эксплуатационной пригодности сталежелезобетонных конструкций.

Ключевые слова: *сталежелезобетонные конструкции, эксплуатация, проектный ресурс.*

*Y. V. Klimenko, doctor of science, professor
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture*

TO THE ISSUE OF DEFINITION OF DESIGN RESOURCE OF THE STEEL-CONCRETE COMPOSITE STRUCTURES

The problem of setting and adjusting of resource of steel-concrete composite structures is considered on the basis of the use of a posteriori information. It is proved that taking into consideration a factor of time and a strategy of conducting an overhaul increases the indexes of service usability of steel reinforce-concrete constructions.

Keywords: *steel-concrete composite structures, exploitation, project resource.*

Надійшла до редакції 22.09.2014

© Є.В. Клименко