

ПОЧАТКОВИЙ РЕСУРС ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Клименко Є.В. (Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса)

Викладені підходи до встановлення початкового ресурсу залізобетонних конструкцій. Показано, що чинні норми не дають можливості проектувати термін експлуатації. Наведені рекомендації, які дозволяють виконувати цю процедуру.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Окремі будівельні конструкції та будівлі і споруди в цілому відносяться до складних систем, які повинні мати певний ресурс, тобто час нормальної роботи до відмови. Однак, чинні норми не дають механізму для встановлення розрахункового початкового (на стадії проектування) ресурсу таких систем. Виходячи з цього розробка в даному напрямку є актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Чинні норми [1], як відомо, під час проектування не встановлюють початковий ресурс залізобетонних конструкцій прямим (розрахунковим) шляхом. Метод розрахунку за граничними станами [2, 3] передбачає введення до розрахункових залежностей ряду коефіцієнтів надійності γ_i , які враховують різні фактори, що можуть впливати на дану величину. Так, коефіцієнти надійності за навантаженням [4] забезпечують неперевищення певного навантаження протягом встановленого часу з наперед заданою надійністю, а коефіцієнти сполучень – ймовірність дії навантажень одночасно.

Коефіцієнти надійності за матеріалами (для залізобетонних конструкцій це γ_b і γ_s) певним чином враховують умови експлуатації, однак при їх визначення ніяким чином не враховується час експлуатації, тобто початковий ресурс залишається невизначеним. Так для бетону коефіцієнти γ_{b1} , γ_{b2} , γ_{b6} , γ_{b7} , γ_{b8} , враховують умови експлуатації, однак зовсім не диференціюють їх за ступенем агресивності

впливу та не враховують при цьому фактору часу. Інші коефіцієнти умов роботи бетону ($\gamma_{b3}, \gamma_{b4}, \gamma_{b5}, \gamma_{b9}, \gamma_{b10}, \gamma_{b11}, \gamma_{b12}$) враховують вид конструкцій та умови їх виготовлення.

Аналогічна ситуація з коефіцієнтами надійності за матеріалом для сталі. для цього матеріалу лише коефіцієнт γ_{s3} враховує вплив на роботу матеріалу виду зовнішнього навантаження, усі ж інші ($\gamma_{s1}, \gamma_{s2}, \gamma_{s4}, \gamma_{s5}, \gamma_{s6}, \gamma_{s7}, \gamma_{s9}, \gamma_{s10}$) – лише вид армування, вид бетону тощо, тобто ті фактори, які з часом є незмінними. При цьому і коефіцієнт надійності γ_{s3} також не враховує часу експлуатації, тобто визначити ресурс конструкції, використовуючи його, неможливо.

Непрямим шляхом ресурс конструкції встановлюється шляхом поділу будівель та споруд на класи [5]. Віднесення до кожного із класів проходить за критерієм довговічності матеріалів окремих конструктивних елементів (фундаментів, стін, покриттів та перекриттів тощо) та, знову таки, не враховує фактору часу і зносу конструкцій під час їх експлуатації, тобто зміну показників експлуатаційної придатності.

Ресурс окремих конструкцій об'єктів комунального та соціально-культурного призначення [6] визначається залежно від: виду конструкції; матеріалу, з якого вона виготовлення та призначення будівлі (житлові будинки та 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, визначається також від виду конструкції та матеріалу. При цьому розглядаються наступні умови експлуатації: нормальні; в агресивному середовищі при перезволоженні та при вібраційних і інших навантаженнях.

Виділення невирішених раніше проблем

Виходячи з чинної методології розрахунку будівельних конструкцій на момент введення об'єкта в експлуатацію ($t = t_0 = 0$) жодних запасів показників експлуатаційної придатності (в тому числі і найважливіших із них для живучості системи – міцності) немає.

Формулювання цілей статті

Метою даної статті є розроблення пропозицій щодо встановлення початкового ресурсу, яка б забезпечувала нормальну експлуатацію конструкцій протягом наперед заданого терміну.

Основна частина

При нормативному підході до розрахунку будівельних конструкцій найменший знос їх (зменшення показників експлуатаційної придатності) призводить до відмови системи, оскільки запроектовані за граничним станом конструкції не мають запасів і показники відразу переходять свої допустимі значення.

В 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 недопруження бетону (для елементів, що згинаються, як правило завжди $\xi \ll \xi_R$) призводить до перевищення несучої здатності в порівнянні з розрахунковою;
- проектувальники часто закладають запаси в порівнянні з вимогами норм.

Оскільки зниження показників недопустиме через відсутність запасів, то постає питання щодо максимального уповільнення зносу. Звідси і методи захисту конструкцій [8], як первинні, так і ті, що реалізуються в процесі експлуатації. Такий підхід до подовження ресурсу залізобетонних конструкцій, який базується, власне кажучи, на зупинці (максимальному сповільненні) зносу їх, має місце і в зарубіжній практиці проектування та експлуатації будівель і споруд [9 та ін.].

Наведений в [10] графік зміни надійності будівлі в процесі експлуатації (рис. 1) не відображає дійсного положення, оскільки початкова надійність при проектуванні відповідає мінімально допустимій, початкового резервування чинні норми проектування не передбачають і ні про яке зменшення надійності в процесі експлуатації іти мова не може.

Пропонується принципово інший підхід до призначення початкового ресурсу конструкцій.

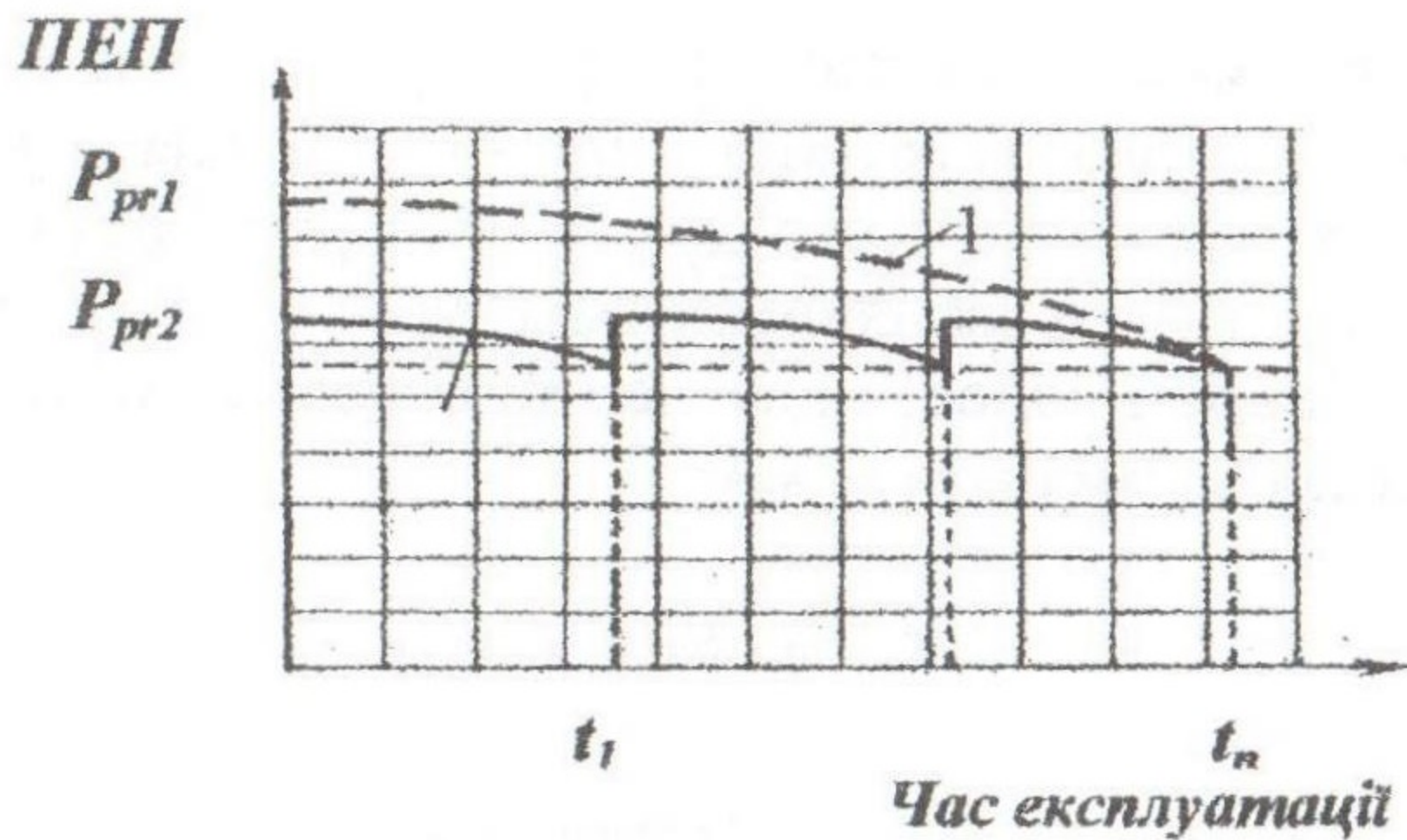


Рис. 1. Визначення початкового ресурсу конструкцій: 1 – без капітального ремонту під час експлуатації; 2 – з проведенням капітального ремонту.

з наперед визначеним запасом, який визначається як різниця між критичним (P_{cr}) та прийнятим (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 [11]) закладається стратегія експлуатації окремих конструкцій та будівель і споруд в 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);
- термін до проведення першого (t_1) та наступних (t_2, \dots, t_i) капітальних ремонтів.

В 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 :

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

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 задаються, тощо)

Цей коефіцієнт дає можливість враховувати фактор часу під час призначення початкового ресурсу конструкцій, а значить і будівель чи споруд в цілому. При проектування на нього слід помножувати фактичні значення ПЕП, визначені конструктивними розрахунками. Так, залежність для визначення міцності поперечного перерізу залізобетонного елемента трансформується наступним чином:

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

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. В ході 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 в цілому зросте.

Висновки

Викладений підхід до призначення початкового ресурсу конструкцій дає можливість в розрахунки увести фактор часу; врахувати конкретні умови експлуатації прямим шляхом; оптимізувати витрати на будівництво та експлуатацію.

Література

1. СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции. М.: Госстрой СССР, 1989. – 80 с.
2. Гвоздев А.А. Расчет несущей способности конструкции по методу предельного равновесия. – М.: Стройиздат, 1949. – 132 с.
3. СТ СЭВ 1406-78. Конструкции бетонные и железобетонные. Основные положения проектирования. – М.: Из-ство стандартов, 1978. – 12 с.

4. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 36 с.
5. Реконструкция зданий и сооружений / А.Л. Шагин, Ю.В. Бондаренко, Д.Ф. Гончаренко, В.Б. Гончаров; Под ред. А.Л. Шагина: Учеб. пособие для строит. спец. вузов. –М.: Высш. шк., 1991. –352 с.
6. Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения / ВСН 58-88 (р). – 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. СНиП 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от коррозии / Госстрой СССР. – М.: ЦИТИ Госстроя СССР, 1986. – 48 с.
9. Защита от коррозии бетонных и железобетонных конструкций жилых и общественных зданий / Московские городские строительные нормы МГСН 2.08-01. –М., 2003. – 49 с.
10. Техническая эксплуатация жилых зданий: Учеб. для строит. Вузов / С.Н. Нотенко, А.Г. Ройтман, Е.Я. Сокова и др.; Под ред. А.М. Стражникова. –М.: Высш. шк., 2000. –429 с.
11. Клименко Є.В., Дорофеев В.С. Математична модель процесу експлуатації будівель та споруд / Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Зб. наук. праць / Нац. ун-т водного господарства та природокористування. –Рівне, 2006. – Вип.14. –С. 470-475.