

## ПРОГНОЗ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

Коломійчук В.Г., Молдованенко Т.С., студенти гр. КПЦБ-325

*Науковий керівник - Коломійчук Г.П., к.т.н., доц.*

*Одеська державна академія будівництва та архітектури*

Виконано огляд сучасних робіт по прогнозуванню ресурсу залізобетонних елементів будівель та споруд. Наведено методи прогнозування залишкового ресурсу для залізобетонних конструкцій, що експлуатуються в агресивному і звичайному середовищах.

Основну об'єм конструкцій будівель і споруд, що експлуатуються зараз, складають залізобетонні конструкції. В процесі їх експлуатації виникають різного роду пошкодження [1 -15]. Більшість пошкоджень обумовлена зміною в часі властивостей матеріалів, що знижує їх якісні та експлуатаційні характеристики і довговічність будівель і споруд в цілому. Оскільки більшість залізобетонних конструкцій експлуатуються в різних атмосферних умовах, однією з основних причин появи і розвитку їх корозійних пошкоджень є карбонізація. Розвиваючись у часі, вона викликає нейтралізацію бетону, тобто втрату ним захисних властивостей по відношенню до арматури, що у відповідних умовах сприяє розвитку процесів корозії сталеві арматури різної інтенсивності. Розвиток корозійних процесів в арматурі обумовлено, в першу чергу, пористою структурою бетону і, як наслідок, його проникністю. І лише значна товщина захисного шару і лужне середовище самого бетону забезпечують йому наявність захисних властивостей по відношенню до арматури. Однак ці два фактори мають різну динаміку в часі. Так, якщо товщина захисного шару залишається незмінною протягом усього терміну експлуатації конструкцій, то хімічні властивості цементного каменю бетону постійно змінюються, приводячи до поступового зниження лужності від поверхні в глиб конструкції.

Таким чином, процес корозійного руйнування бетону конструкції починається з її поверхні [1, 2]. У першу чергу, втрачає свої експлуатаційні властивості бетон захисного шару. Зміна його структури відбувається без видимих пошкоджень, внаслідок чого корозія арматури починається всередині бетону. Утворені продукти корозії сталі займа-

ють в 2-2,5 рази більший обсяг і викликають розвиток розтягуючих напружень в бетоні, що перевищують його міцність, в результаті чого утворюються тріщини в захисному шарі, орієнтовані уздовж кородуючих стержнів. Утворення таких тріщин полегшує доступ агресивних агентів до арматури і прискорює її корозію. Надалі розвиток корозії арматури призводить до відшарування і руйнування захисного шару, порушення зчеплення арматури з бетоном і втрати несучої здатності конструкції (при практично збереженому бетоні в більш глибоких шарах) і створення аварійної ситуації.

Згідно з діючими нормативним документам проектний термін служби залізобетонних споруд повинен становити 70-100 років. Забезпечити заданий термін служби можна дотриманням певних нормативних конструктивних вимог (встановлюються допустимі значення товщини захисного шару бетону, водоцементних відносин, витрати цементу, щільності і т.д.). Однак термін служби не закладається в розрахунки на етапі проектування, тобто не існує нормативних методик, що дозволяють прогнозувати термін служби будівель та споруд при їх проектуванні. Сучасний апарат проектування залізобетонних конструкцій не містить інструментів управління довговічністю. Рівняння граничних станів не містять змінної часу. Таким чином, норми забезпечують тільки миттєву надійність конструкцій будівель та споруд в момент їх введення в експлуатацію, а що відбуваються в подальшому зміни несучої здатності під впливом зовнішніх факторів, а також змінюється характер навантаження не враховуються. В той же час, дані статистичного аналізу показують, що реальний середній термін служби залізобетонних споруд України становить 35-50 років, тобто значно менше директивних термінів, встановлюваних нормами.

У наведених та інших роботах [11,14], приділяється увагу побудові функцій розподілу можливостей і функції приналежності нечіткої множини. Проте недостатньо приділено увагу вибору значення рівня зрізу (ризик) для визначення параметрів цих функцій залежно від числа вимірювань параметрів, відповідальності конструкцій та впливу навколишнього середовища. Аналітичний огляд методів оцінки технічного стану залізобетонних конструкцій при наявності обмеженої інформації дає можливість сформулювати основні проблеми досліджень в області визначення несучої здатності, надійності та залишкового ресурсу в індивідуальних об'єктах та індивідуальних ситуаціях.

На підставі результатів багаторічних лабораторних та натурних досліджень зміни фізико-хімічних властивостей бетону при карбонізації бетонних і залізобетонних конструкцій як в поверхневих шарах, так і по глибині, розроблений комплексний метод оцінки і прогнозування



технічного стану залізобетонних конструкцій, що експлуатуються тривалі терміни в різних повітряних середовищах [2], що включає в себе методики: - оцінки стану захисних властивостей по відношенню до арматури бетону захисного шару, стану сталеві арматури та технічного стану конструкції в цілому; - прогнозування технічного стану як нових, так і тривало експлуатованих ЗБК; - оцінки стану захисних властивостей бетону по відношенню до арматури по перетину ЖБК, сталеві арматури та технічного стану конструкцій в цілому; - оцінки стану захисних властивостей бетону по відношенню до арматури ЖБК в польових умовах. Пропонований комплексний метод є додатковим неруйнівним методом обстеження залізобетонних конструкцій, що експлуатуються в різних повітряних середовищах. Він дозволяє в лабораторних умовах: а) оцінювати стан захисного шару по перетину конструкцій і сталеві арматури; б) прогнозувати стан захисних властивостей по відношенню до арматури бетону захисного шару; в) на підставі отриманих результатів по «Критеріям оцінки технічного стану залізобетонних конструкцій» оцінювати й прогнозувати технічний стан ЗБК; - В польових умовах: а) оцінювати стан захисних властивостей бетону по відношенню до арматури в зоні її розташування і стан сталеві арматури. Комплексний метод оцінки і прогнозування технічного стану залізобетонних конструкцій, що експлуатуються в різних атмосферних умовах, дозволяє не тільки оцінювати і прогнозувати їх технічний стан, але й вибирати, залежно від результатів обстеження, способи і методи відновлення конструкцій. Він реалізується проектними, будівельними та експлуатаційними організаціями при розробці проектів та реконструкції будівель і споруд для оцінки і прогнозування в часі технічного стану залізобетонних конструкцій.

Методика визначення залишкового ресурсу за зовнішніми ознаками виділяє три стадії роботи об'єктів: 1 - завантаження, малої тривалості, в якій відбувається в основному приробіток і пружна робота конструкцій; 2 - експлуатація, тривалістю кілька десятиліть, в якій відбувається накопичення пошкоджень і непружних деформацій; 3 - руйнування, малої тривалості, супровід лавиноподібним зростанням деформацій.

Параметричні методи визначення залишкового ресурсу, засновані на оцінці змін одного з параметрів конструкції по заздалегідь встановленому закону [4]. В якості оцінюваних параметрів залізобетонних конструкцій, що згинаються рекомендується розглядати наступні: - зчеплення арматури періодичного профілю з бетоном в залежності від ступеня її корозійного пошкодження; - розрахункові значення прогинів і ширини розкриття тріщин, у функціональній залежності від мінливої площі поперечного перерізу арматури в процесі розвитку корозійних

пошкоджень на її поверхні; - зміна міцності бетону, до досягнення ним мінімальної нормованої міцності; - розрахункові значення прогинів і ширини розкриття тріщин, у функціональній залежності від зміни міцності та деформаційних характеристик бетону.

В якості інтегрального запропонований метод "навантаження - граничні стани II групи" [4, 13], одночасно враховує зміни експлуатаційних навантажень і фізико-механічних властивостей матеріалів залізобетонних конструкцій в часі. Метод заснований на використанні результатів розрахунку, отриманих із застосуванням параметричних методів.

### *Висновки*

1. Виконано огляд сучасних робіт по прогнозуванню ресурсу залізобетонних елементів будівель та споруд.

2. Наведено методи прогнозування залишкового ресурсу для залізобетонних конструкцій, що експлуатуються в агресивному і звичайному середовищах.

### *Література*

1. Долговечность железобетона в агрессивных средах / Под ред. Алексеева С. Н. – М. : Стройиздат, 1990. – 320 с.

2. Васильев А.А. Комплексный метод оценки и прогнозирования технического состояния железобетонных конструкций, эксплуатирующихся в воздушных средах//Вестник Белорусско-Российского университета, 2009. - № 1 (22). - С. 101 - 112.

3. Зайцев Ю.В. Механика разрушения для строителей. - М.: Высшая школа, 1991. - 288 с.

4. Ишков А.Н. Применение параметрического метода при оценке остаточного ресурса железобетонных плит покрытия // Строительная физика в XXI веке: Материалы научно-технической конференции. - М.: НИИСФ РААСН, 2006. - С. 577-581.

5. Лантух-Лященко А. И. О прогнозе остаточного ресурса моста // Дороги і мости. – К. : ДерждорНДІ, 2007. – Т. 2, Вип. 7. – С. 3–9.

6. Лучко Й. Й., Чубріков В.М., Лазар В.Ф. Міцність, тріщиностійкість і довговічність бетонних та залізобетонних конструкцій на засадах механіки руйнування. – Львів : Каменяр, 1999. – 348 с.



7. Белов В.В., Никитин С.Е. Оценка эксплуатационных и предельных состояний, проектного и остаточного ресурсов коррозионно-поврежденных элементов с позиции блочной модели деформирования // Проблемы современного бетона и железобетона. Ч. 1. Бетонные и железобетонные конструкции. – Минск: Минсктиппроект, 2009. – С. 127-138.

8. Пухонто Ј.М. Долговечность железобетонных конструкций инженерных сооружений: (силосов, бункеров, резервуаров, водонапорных башен, подпорных стенок). - М.: Изд-во АСВ, 2004. - 424 с.

9. Рекомендации по обеспечению надежности и долговечности железобетонных конструкций промышленных зданий и сооружений при их реконструкции и восстановлении / Харьковский ПромстройНИИпроект. - М.: Стройиздат, 1990. - 176 с.

10. Рекомендации по определению сроков службы конструкций полносборных жилых зданий. - М.: Отдел НТИ АКХ им. К.Д. Памфилова, 1983. - 29 с.

11. Чирков В. П. Прогнозирование срока службы автодорожных мостов // Труды Международной научно-технической конференции «Надежность строительных элементов и систем». – Самара : СГАСА, 1997. – С. 78-84.

12. Шматков С.Б. Определение остаточного ресурса промышленных дымовых труб // Предотвращение аварий зданий и сооружений: Сб. науч. трудов. – М.: МДП, 2008. – С. 44–51.

13. Шмелев Г.Д. Комплексная инженерная методика прогнозирования остаточного срока службы железобетонных конструкций // Строительная физика в XXI веке: Материалы научно-технической конференции. - М.: НИИСФ РААСН, 2006. - С. 582 - 585.

14. Болотин В. В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций. – М. : Машиностроение, 1984. – 321 с.

15. Varlaven Y. Problems fib for the forthcoming period // Journal of the fib «Structural Concrete», April 2000, Vol. 121 No.4. pp. 5-7.