

# ВІДГУК

офіційного опонента кандидата технічних наук

Фаля Андрія Євгеновича

про дисертаційну роботу

Яцко Федора Володимировича

**«Моделювання і прогнозування довговічності залізобетонних елементів транспортних споруд на автомобільних дорогах»**,

представленої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.17 – будівельна механіка

## **1 Актуальність теми дисертаційної роботи**

Проблема прогнозування ресурсу залізобетонних елементів, як на етапі проектування, так і в процесі експлуатації, – завжди була найменш вивченою в теорії споруд, а з іншого боку – найбільш вагомою в соціально-економічному плані.

Досвід експлуатації залізобетонних автодорожніх мостів України показав, що середній строк служби більшості прогонових будов складає 35 – 50 років, тоді як нормативний строк служби має складати мінімум 70 – 100 років. Кількість мостів, що знаходяться в 4 або 5 експлуатаційному стані і потребують терміново капітального ремонту або реконструкції, станом на 1.01.2015, збільшилася до 2130 одиниць.

Приходиться визнати, що назріла необхідність звернення до нових моделей прогнозу ресурсу, що відповідають українським реаліям.

Очевидно, що в цих умовах дослідження спрямоване на оцінку і прогнозування довговічності залізобетонних прогонових будов автодорожніх мостів є актуальним, буде відповідати інтересам суспільства і державній політиці в сфері техногенної і економічної безпеки.

## **2 Оцінка обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій, сформульованих в дисертації**

Дисертаційна робота Яцко Ф.В. представляє собою піонерне дослідження важливої наукової проблеми теорії споруд – оцінку технічного стану автодорожніх мостів, що знаходяться в експлуатації в функції часу.

Достатній рівень обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій, сформульованих в дисертації підтверджується застосуванням законодавчих та нормативних актів України, аналізом великої кількості досліджень вітчизняних і зарубіжних учених, використанням строгих методів

теорії ймовірностей та математичної статистики, методів аналітичної теорії дифузії, постановкою числових експериментів, збіжністю результатів з достовірними даними натурних спостережень, співпадіння результатів з даними інших авторів.

Основні положення та результати дисертації доповідались і отримали позитивну оцінку на 11 вузівських та міжнародних конференціях де отримали позитивну оцінку і підтвердження достовірності отриманих наукових результатів.

### **3 Основний зміст дисертації**

Дисертація складається із вступу, п'яти розділів основної частини, висновків, списку використаних джерел та додатків.

У **вступі** розкрито актуальність теми, визначено мету, об'єкт і предмет досліджень, сформульовані основні наукові результати, наведено наукову новизну і практичну цінність роботи, показано базис підтвердження достовірності отриманих наукових результатів, наведено дані апробації результатів дослідження.

У **першому розділі** дисертаційного дослідження приведено аналіз проблеми.

Виконаний тут аналіз стану проблеми оцінки і прогнозу довговічності залізобетонних показав, що модель прогнозу життєвого циклу побудована на фізичному підході найбільш ефективною. Проте відсутність в таких відомих моделях складової, що містить деградацію арматури не дає можливості прогнозувати ресурс протягом всього життєвого циклу має містити в собі також модель деградації арматури. Автор дослідження справедливо вважає дійова модель прогнозу життєвого циклу має містити обидві названі складові. Для цього сьогодні є необхідний науковий базис.

**Другий розділ** присвячений розробці детерміністичної моделі прогнозування довговічності елементів мостів. Модель містить дві принципові складові деградації: хлоридизація і карбонізація захисного шару бетону та корозія арматури. Час карбонізації та хлоридизації визначається як розв'язок диференціальних рівнянь аналітичної теорії дифузії, так званних рівнянь А.Фіка. Час деградації арматури описується диференціальним рівнянням першого порядку, що містить змінні напруження, температуру та вологість.

Тут також аналізується адекватність моделі, Обґрунтовується можливість використання моделі.

**Третій розділ присвячено** розробці детерміністичної моделі оцінки довговічності захисного шару залізобетонного елемента за методом Монте-Карло з урахуванням сукупного впливу ймовірнісного характеру стану оточуючого середовища.

Процес деградації захисного шару тут описується процедурою визначення концентрації іонів хлору через захисний шар бетону.

В роботі показано, що така постановка моделі є розв'язком високої точності диференціальних рівнянь класичної теорії дифузії та моделювання процесів деградації захисного шару залізобетонних елементів.

В силу того що модель в своїй реалізації потребує значних витрат часу автор рекомендує модель як достатньо точний науковий інструмент.

У **четвертому розділі** представлено розроблену автором стохастичну модель оцінки довговічності залізобетонного елемента. В моделі, що реалізується також за методом Монте-Карло в термінах програмного комплексу «MathCAD» прогнозується ресурс за міцністю елемента, тобто встановлюється зв'язок нерівності граничного стану за згинальним моментом з часом експлуатації.

Модель перевірялась на прикладах типових залізобетонних елементів прогонових будов автодорожніх мостів.

**П'ятий розділ** присвячено розробці інженерної методики прогнозування ресурсу залізобетонних згинаних елементів мостів. Методика містить два підходи: напівймовірнісний та ймовірнісний. Обидва підходи самодостатні, проте можливе паралельне використання підходів для аналізу і корегування отриманих результатів.

Запропонована практична інженерна методика прогнозування ресурсу залізобетонних згинаних елементів мостів в повній мірі відповідає вимогам національних норм ДБН В.1.2-14:2009 та Єврокоду.

У **висновках** сформульовано основні теоретичні та практичні результати дисертаційного дослідження, які співпадають з поставленими завданнями.

#### **4 Наукова новизна дослідження та одержаних результатів**

Дисертація Яцко Ф.В. є піонерним науковим дослідженням, в якому виконано науковий пошук моделей оцінки і прогнозування ресурсу залізобетонних елементів протягом життєвого циклу. Отримані нові результати є першою спробою зв'язати фундаментальні нерівності граничних станів з часом та утворюють у сукупності теоретичну і методичну базу оцінки довговічності залізобетонних елементів. Наукова новизна найбільш істотних результатів визначається наступним:

- *вперше* розроблено узагальнену стохастичну модель прогнозування ресурсу залізобетонних елементів мостів у функції фізико-механічних характеристик матеріалів та часу експлуатації;

- *отримала подальший розвиток* детерміністична модель прогнозування ресурсу залізобетонних елементів мостів;

- *вперше* проектантам пропонується практична інженерна методика оцінки ресурсу залізобетонних елементів мостів на етапі проектування.

Основний зміст дисертаційного дослідження та його результати в достатньому обсязі було відображено в друкованих працях. За темою дисертації та результатами досліджень автором опубліковано в наукових фахових виданнях 8 робіт, в тому числі – 7 робіт одноосібно та одна робота в одна робота в фаховому виданні внесеному до міжнародної наукометричної бази даних.

**5 Практична значимість результатів** полягає у тому, що теоретичні положення дисертаційної роботи доведені до рівня алгоритмів, програмних засобів та методики.

Матеріали досліджень і розроблені методика і програмні засоби були впроваджені в ПАТ «Київсоюзшляхпроект» та ДерждорНДІ.

Зміст автореферату відображує основні положення дисертації.

## **6 Зауваження**

1. В розділі 2 «Детерміністична модель прогнозування довговічності елементів мостів» автором виконано детальний аналіз залежності терміну служби захисного шару від його товщини. Чітко показано характер збільшення ресурсу захисного шару із збільшенням його товщини. На жаль, у висновках до розділу 2 немає рекомендацій з призначення товщини захисного шару в процесі проектування.

2. В детерміністичній моделі прогнозування ресурсу було би бажаним ввести вплив розміщення арматури по поперечному перерізу елемента.

3. В логічній схемі моделі карбонізації (стор. 93 ) та логічній схемі моделі хлоридизації (стор. 98 ) відсутні блоки «завдання початкових даних», в тексті початкові дані не описані.

4. В тестових прикладах п. 4.4 відсутнє обґрунтування вибору типу конструкції

5. В тестових прикладах п. 4.4 не вказано з яких документів отримують такі незвичні для інженера дані як «Концентрація хлорид-іонів на денній поверхні всередині бетону» та «Вміст хлорид-іонів у складі бетону на момент будівництва»

6. В тестових прикладах розділу 4 відсутні рекомендації з призначення кількості випробувань в статистичному моделюванні.

7. Введений в пп. 4.4 термін «коефіцієнт навантаження» потребує визначення.

8. В роботі є стилістичні неточності, наприклад: «*рішення фізичних задач*», «*розрахунок карбонізації*».

Зазначені вище зауваження мають характер побажань і не впливають на основні наукові результати роботи

## **7 Загальний висновок**

Викладений аналіз дозволяє зробити такий загальний висновок: Дисертаційна робота Яцко Федора Володимировича «Моделювання і прогнозування довговічності залізобетонних елементів транспортних споруд на автомобільних дорогах», що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук є завершеною науковою працею, яка за актуальністю теми, практичним значенням, науковою новизною отриманих результатів відповідає усім вимогам пп.11, 13 і 14 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника».

В публікаціях автора та доповідях на конференціях, у повній мірі, висвітлено основні положення і результати дисертації. Автор показав свою спроможність поставити і дослідити важливу науково-практичну задачу і заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.17 – будівельна механіка

Кандидат технічних наук,

Головний інженер ПАТ «Київсоюзшляхпроект»

А.Фаль

Підпис Головного інженера ПАТ «Київсоюзшляхпроект» А.Фалья  
завіряю

Н.Левченко

