ВІДГУК

про дисертаційну роботу Янчука Леоніда Леонідовича «Прогнозування технічного стану залізобетонних елементів транспортних споруд на автомобільних дорогах»

представленої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.11 – автомобільні шляхи та аеродроми

Структура і обсяг дисертації. *Робота складається з вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 134 найменувань та чотирьох додатків, що містять алгоритми і комп'ютерні програми прогнозування життєвого циклу, авторські свідоцтва та матеріали впровадження практичних рекомендацій на реальних об'єктах. Робота викладена на 166 сторінках, із них 145 сторінок основного тексту, що містить перелік використаних джерел, 31 рисунок, 40 таблиць.*

Актуальність роботи *не викликає сумнівів. Автор ретельно обґрунтував необхідність і доцільність досліджень направлених на науковий пошук моделей оцінки деградації та прогнозування ресурсу елементів автодорожніх мостів, які базуються на критерії ширини розкриття тріщин у залізобетонних елементах. Показано, що наукова проблема прогнозування ресурсу залізобетонних елементів мостів є актуальною задачею, вирішення якої стане важливим кроком на шляху управління довговічністю мостів, що знаходяться в експлуатації. Ця наукова проблема для України є значної соціально-економічної ваги.*

Метою роботи *є розроблення і практична реалізація моделі прогнозування ресурсу елементів автодорожніх мостів протягом життєвого циклу експлуатації. Ця глобальна мета виповнюється виконанням таких основних задач:*

- провести аналіз проблеми та аналіз існуючих моделей оцінки і прогнозування технічного стану залізобетонних елементів;

- розробити детерміністичну модель життєвого циклу експлуатації згинаних залізобетонних елементів автодорожніх мостів;

- розробити стохастичну модель життєвого циклу експлуатації згинаних залізобетонних елементів автодорожніх мостів;

- розробити інженерну методику прогнозування ресурсу залізобетонних елементів мостів протягом життєвого циклу експлуатації

Загальний аналіз дисертаційного дослідження

Перший розділ «Аналіз публікацій з проблеми надійності і довговічності елементів споруд» *містить критичний аналіз сучасних типів сталезалізобетонних прогонових будов мостів та їх конструктивних особливостей.*

Канцелярія
Вх. № 01/457
11. 04. 2016

Центральною метою розділу є аналіз моделей життєвого циклу. Автором показано, що майже немає теоретичних залежностей, які давали б змогу оцінити довговічність елемента на основі фізичних і механічних характеристик матеріалу та рівня навантаження.

Класифікація моделей, виконана в рамках дослідження, дала автору підставу зробити висновок, що тільки дві моделі – Пальмгрена-Майнера та марковські ймовірнісні набули практичного застосування. Перша з них лише частково застосовується для оцінки життєвого циклу залізничних мостів.

Друга модель - марковська феноменологічна стохастична модель накопичення пошкоджень досить розповсюджена і застосовується в національному нормативному документі ДСТУ-Н Б.В.2.3-23:2012 «Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів».

Прийнята у цьому документі модель є інтегральною, яка функціонально залежить від одного параметра – швидкості деградації (інтенсивність відмов), що визначається експертом на основі огляду та обстеження і не залежить від матеріалу елементів, статичної схеми конструкції, технології спорудження, екологічних умов тощо..

Аналіз публікацій з проблеми дав автору підставу стверджувати, що сьогодні майже немає теоретичних залежностей, які давали б змогу оцінити довговічність елемента на основі фізичних і механічних характеристик матеріалу та рівня навантаження. В той же час, найбільш повним, з точки зору можливостей опису процесу деградації залізобетону є саме фізичний підхід.

Проведений аналіз першоджерел дав можливість автору сформулювати глобальну мету дослідження як науковий пошук моделі життєвого циклу, якою описується процес погіршення технічних, фізико-механічних, хімічних і естетичних характеристик елемента протягом строку служби в функції одного параметра – ширини розкриття тріщин. Висновки до першого розділу є достатніми для формування програми дисертаційного дослідження.

Вважаю слушним відмітити доречність підрозділу 1.1. «Терміни і визначення». Сьогодні, коли складається національна термінологія теорії споруд, в кандидатській дисертації необхідно мати термінологічні визначення, тим більше, що в роботі застосовується низка неусталених в теорії споруд термінів.

Зауваження до розділу 1

1.1 В огляді недостатньо приділено уваги роботам з проблеми довговічності школи професора В.Л. Чернявського.

1.2 В той же час, надмірно детально викладено моделювання ресурсу за методом Монте-Карло, тоді як сам метод в роботі не застосовується.

1.3 Загалом розділ 1 має великий обсяг і міг би бути дещо скороченим.

***Другий розділ** дисертації **«Аналіз тріщиностійкості залізобетонних елементів, як апарат оцінки довговічності»** присвячено обґрунтуванню теоретичної гіпотези моделі: єдиний параметр – ширина розкриття нормальних тріщин, є достатньою базою для опису процесу деградації згинаних елементів у функції часу. Розглядаються національні моделі тріщиностійкості залізобетонних елементів, за нормами British Standards Institution CP-110, за нормами CEB – FIP, за нормами Єврокоду.*

Автором показано, що в силу великої кількості фізико-механічних та геометричних параметрів, які входять до формул оцінки ширини розкриття тріщини, прогноз розкриття ширини є найбільш обґрунтованою основою для аналізу довговічності згинаних залізобетонних елементів мостів. Всі відомі моделі тріщиноутворення мають за параметри розрахунку кількість арматури в перерізі елемента, її розрахунковий опір та модуль пружності, параметри розташування арматури в перерізі, механічні характеристики арматури та бетону.

*Вважаю досить переконливим доведенням того, що **саме процес тріщиноутворення найбільш повно відображає деградаційні властивості залізобетонного елементу.***

Аналіз числових результатів розкриття тріщин за моделями, які розглядалися, дав автору підстави вважати, що традиційна модель розрахунку залізобетонних елементів мостів на тріщиностійкість О.Я. Берга. буде раціональною для моделі прогнозування життєвого циклу експлуатації.

Зауваження до розділу 2

2.1 В розділі 2 відсутня критика закордонних теорій тріщиноутворення. Вибір моделі ширини розкриття тріщин на користь національної обґрунтовується лише числовими розрахунками.

2.2 В аналізі моделей ширини розкриття тріщин немає згадки стосовно моделі Російської Федерації.

2.3 Поза увагою автора зостались моделі тріщиностійкості українських вчених Т.Н. Азізова, В.І. Колчунова, О.В. Семка.

***Третій розділ** дисертації **«Моделювання життєвого циклу елементів моста»** присвячений розробленню детерміністичної моделі прогнозування довговічності елементів мостів є центральною частиною дослідження. Автор запропонував унікальну модель, її новизна є беззаперечною.*

Запропонована модель прогнозування строку служби залізобетонних прогонових будов має один керуючий параметр - ширину розкриття тріщини в залізобетонному елементі. Цей параметр, за гіпотезою автора, є одним з головних чинників, які впливають на довговічність залізобетонних прогонових будов автодорожніх мостів і визначається на стадії проектування.

Модель є детерміністичною, в якій змінні функції деградації приймають фіксовані значення за час експлуатації. В цій моделі ігнорується випадкова природа процесу деградації.

Розроблена в рамках дисертації модель життєвого циклу приводиться до форми, що відповідає моделі, з поділом життєвого циклу на 5 експлуатаційних станів, використаній у ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012 «Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів».

Показано, що модель прогнозу ресурсу залізобетонних елементів автодорожніх мостів в функції ширини розкриття тріщин придатна до застосування на всіх етапах життєвого циклу експлуатації і може бути ефективним інструментом оцінки і прогнозу ресурсу згинаних залізобетонних елементів мостів в системі експлуатації залізобетонних автодорожніх мостів.

Автором виконано аналіз чутливості і достовірності моделі, що дає підстави стверджувати, що керуючи характеристиками матеріалів, кількістю і схемами армування, механічними характеристиками арматури та бетону, можна керувати тріщиностійкістю залізобетонних елементів. Контроль цих параметрів в процесі експлуатації дозволяє регулювати термін служби елемента. Опонент не має заперечень проти цього важливого твердження.

Принципово важливим авторським доповненням моделі є положення про поділ умов експлуатації на три категорії.

Зауваження до розділу 3

3.1 На нашу думку авторське обґрунтування вибору форми функції деградації представляв би певний інтерес.

3.2. Автором наведені переконливі докази достовірності моделі, основані на порівнянні з даними Аналітичної експертної системи управління мостами Укравтодору (АЕСУМ). Проте, вважаю за доцільне також виконання порівняння з даними фізичних моделей Д.І. Бородая та Ф.В. Яцко, посилання на роботи яких є в розділі 1.

***У четвертому розділі** дисертації **«Імовірнісна модель прогнозу терміну служби елементів моста»** автором представлено теоретичне дослідження ймовірнісної оцінки результатів прогнозування строку служби та запропоновано методику визначення розрахункового строку служби з заданою забезпеченістю. Для імовірнісної оцінки прогнозованого строку служби залізобетонних елементів автодорожніх мостів запропонована модель надійності елемента за тріщиностійкістю в функції часу експлуатації. Новизна моделі заперечень не викликає.*

Задача розбудови моделі формулюється як пошук ймовірності не перевищення елементом граничної ширини розкриття тріщин за час експлуатації. Достовірність моделі доведена автором порівнянням з даними бази АЕСУМ, з прогнозом за чинним документом системи експлуатації мостів ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012 «Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів» та за сучасною моделлю українського автора.

Практичний інтерес представляє наведене тут дослідження надійності типових залізобетонних прогонових будов автодорожніх мостів.

Дослідженням цього розділу доведено, що запропонована модель прогнозу надійності згинаних залізобетонних елементів транспортних споруд протягом життєвого циклу експлуатації може бути ефективним інструментом контролю безпеки експлуатації.

Зауваження до розділу 4

4.1. Автор застосовує одночасно терміни «модель стохастична» та «модель ймовірнісна». Ці два терміни не є повністю еквівалентними.

***У п'ятому розділі** дисертації **«Розробка інженерної методики прогнозування терміну служби згинаних елементів моста»** автором представлена інженерна методика прогнозування технічного стану залізобетонних елементів мостів та оцінка їх надійності протягом життєвого циклу експлуатації. У розділі наведено детальний алгоритм прогнозування ресурсу згинаних елементів мостів за детерміністичною моделлю.*

Алгоритм методики містить опис і вимоги до початкових даних для прогнозування залишкового ресурсу згідно з детерміністичною моделлю. Наведені рекомендації з призначення коефіцієнтів моделі в залежності від проектних характеристик бетону і арматури, геометричних параметрів елемента та умов експлуатації. Результатами розрахунку є деградаційна крива та прогнозований час досягнення і –го експлуатаційного стану.

Важливо відмітити, що методика доведена до числової реалізації. Відповідно до алгоритму складено комп'ютерну програму. Наведено числові приклади прогнозування ресурсу мостів з бази даних АЕСУМ.

Другий розділ методики містить алгоритм і програму оцінки надійності за шириною розкриття тріщин протягом життєвого циклу експлуатації. Тут також складено комп'ютерну програму. Наведено приклади оцінки надійності елементів мостів, що знаходяться в експлуатації.

Зауваження до розділу 5

5.1 Вважаю, що детальні рекомендації щодо призначення коефіцієнтів моделі (п.п. 5. 2.1) є зайвими в інженерній методиці. Така процедура вибору коефіцієнтів має застосовуватись експертом в особливо складних випадках прогнозу залишкового ресурсу елемента. В інженерній методиці достатньо трьох узагальнених коефіцієнтів, що відповідають трьом стратегіям експлуатації, введеним автором: А - експлуатації згідно з вимогами чинних норм; Б - середні умови експлуатації; В - відсутня систематична експлуатація.

***Наукова новизна одержаних результатів**. Одержані автором і винесені на захист результати мають всі ознаки наукової новизни. На думку опонента найбільш вагомим серед них є:*

*- **вперше розроблено** детерміністичну модель прогнозування ресурсу залізобетонних згинаних елементів мостів з функцією єдиного параметру – шириною розкриття нормальних тріщин;*

*- **вперше розроблено** стохастичну модель прогнозування ресурсу залізобетонних згинаних елементів мостів з функцією єдиного параметра – шириною розкриття нормальних тріщин, яка придатна до застосування на всіх стадіях життєвого циклу експлуатації*

***Практичні результати роботи**. Представлена до захисту робота, викликана запитами практики. Розроблена автором дисертації методика знайшла своє практичне втілення в системі експлуатації автодорожніх мостів «Укравтодору» (в ДП «Державний дорожній науково-дослідний інститут ім. М.П. Шульгіна») та в практиці проектування ремонту і реконструкції мостів - ПАТ «Київсоюзшляхпроект».*

Редакційний аналіз. *У тексті дисертації наукові результати, що виносяться на захист, достатньо аргументуються; показано шлях їх одержання, наведено необхідні посилання, чітко визначено авторську належність. Дисертація ретельно оформлена і належним чином ілюстрована, викладена технічно грамотно, мовою, яка демонструє наукову ерудицію автора.*

Публікації за темою дисертації. *Дисертаційна робота достатньо висвітлена в фахових виданнях України.*

За темою дисертації опубліковано 14 робіт, з них 8 статей у фахових виданнях, у тому числі одна стаття у збірнику, що внесений до міжнародної наукометричної бази даних та 6 публікацій апробаційного характеру.

Апробація. *Дисертаційна робота має достатню апробацію. Автор демонстрував результати своїх досліджень і отримав позитивну оцінку на 14 республіканських, міжвузівських, відомчих конференціях, а також міжнародних конференціях.*

Автореферат *ідентичний змісту дисертації, відповідає основним положенням роботи.*

Висновок.

Дисертація Янчука Леоніда Леонідовича містить сучасні науково обґрунтовані моделі нових підходів у прогнозуванні ресурсу елементів транспортних споруд. Розроблені моделі є вагомим внеском у розв'язанні важливої науково-прикладної проблеми. Особливу цінність має практична реалізація нового підходу в моделюванні ресурсу.

Треба підкреслити високий професіоналізм автора в проблемі оцінювання і прогнозування ресурсу залізобетонних елементів мостів. Такої ж високої оцінки заслуговує вільне володіння дисертантом сучасними інформаційними технологіями.

Що стосується зроблених зауважень, то вони ніскільки не порушують наукових результатів дослідження, не заперечують наукової новизни.

Викладений аналіз дозволяє зробити такий ***загальний висновок****: Дисертаційна робота Янчука Леоніда Леонідовича* ***«Прогнозування технічного стану 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».*

У 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 05.22.11 - автомобільні шляхи та аеродроми.***

Доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри мостів, конструкцій
та будівельної механіки
Харківського національного
автомобільно-дорожнього університету ***В.П. Кожушко***

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ * Харківський національний автомобільно-дорожній університет * № 02071168 *