

ВІДГУК

офіційного опонента кандидата технічних наук

Полюги Романа Ігоревича

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

1 Актуальність теми дисертаційної роботи

Низький рівень фінансування ремонтів та утримання автомобільних доріг України в останні два десятиріччя, використання для вантажних перевезень великовантажних транспортних засобів обумовив різке погіршення технічного стану автодорожніх мостів, прогресуюче накопичення пошкоджень, різке зниження ресурсу.

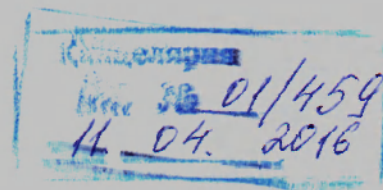
Проблема прогнозування ресурсу залізобетонних елементів, як на етапі проектування, так і в процесі експлуатації, – завжди була найменш вивченою в теорії споруд, а з іншого боку – найбільш вагомою в соціально-економічному плані.

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..

Дисертаційна робота виконувалась відповідно до державної бюджетної теми науково-дослідної роботи кафедри

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. Отже дисертаційна робота є беззаперечно актуальною.



2 Метою роботи є розроблення і практична реалізація моделі прогнозування ресурсу елементів автодорожніх мостів протягом життєвого циклу експлуатації. Поставлена мета реалізується 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

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 виконано аналіз моделей життєвого циклу який показав відсутність моделей котрі 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. Дійсно, в цьому випадку вихідними даними моделі є фізико-механічні характеристики бетону та арматури, параметри елемента, геометричні характеристики перерізу та фактори напружено-деформованого стану.

Автором показано, що для оцінки ресурсу елементів мостів досить широкого застосування набула одна модель - марковська стохастична феноменологічна модель накопичення пошкоджень, яка використана в моделі оцінювання залишкового ресурсу чинного нормативного документа (національний нормативний документ 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.

Серед публікацій автором виділяються моделі українських дослідників, на основі яких реалізовані чіткі методики для прогнозу залишкового ресурсу елементів транспортних споруд. Українські науковці ведуть активний пошук для розв'язання проблеми прогнозу залишкового ресурсу залізобетонних елементів мостів, на всіх етапах життєвого циклу споруди.

Виконаний аналіз публікацій з проблеми дав можливість сформулювати мету дослідження як науковий пошук моделі життєвого циклу - аналітичної процедури одного параметру – ширини розкриття тріщин, що дозволяє визначити час безпечного використання елемента (або споруди в цілому) при заданих навантаженнях в визначених умовах експлуатації. Це функція часу, якою описується процес погіршення технічних, фізико-механічних, хімічних і естетичних характеристик елемента протягом терміну служби елемента/споруди під дією навантажень та оточуючого середовища.

Другий розділ присвячений аналізу тріщиностійкості залізобетонних елементів, як апарату оцінки довговічності в процесі експлуатації.

Автором виконано порівняльний аналіз моделей оцінки ширини розкриття тріщин. Показано, що утворення нормальних тріщин в згинаних залізобетонних елементах в результаті дії навантаження та складних механічних і фізичних процесів деформування моделюється залежностями різними за формою, проте загальними за своїм науковим підґрунтям.

При всьому різноманітті моделей визначення ширини розкриття нормальних тріщин та відстані між ними в згинаних елементах їх об'єднує загальна фундаментальна наукова ідея – *саме процес тріщиноутворення найбільш повно відображає деформаційні властивості залізобетонного елемента*.

Аналіз розповсюджених моделей ширини розкриття тріщин автор супроводжує прикладами. Дані числових результатів розкриття тріщин за моделями, які розглядалися, показав що для розробки моделі деградації буде доцільним покласти в основу традиційну модель розрахунку залізобетонних елементів мостів на тріщиностійкість О.Я. Берга,

Опонент вважає цілком обґрунтованою викладену тут теоретичну гіпотезу дослідження: єдиний параметр – ширина розкриття нормальних тріщин, є достатньою базою для опису процесу деградації згинаних елементів у функції часу.

Очевидно, що в силу великої кількості фізико-механічних та геометричних параметрів, що входять до формули оцінки ширини розкриття тріщини,

прогноз розкриття ширини є найбільш обґрунтованою основою для аналізу довговічності згинаних залізобетонних елементів мостів.

Третій розділ присвячено розробці детерміністичної моделі оцінки довговічності в якій встановлюється зв'язок з часом експлуатації нерівності граничного стану за шириною нормальних тріщин при згині залізобетонних елементів мостів.

Запропонована модель прогнозування строку служби залізобетонних прогонових має один параметр - ширину розкриття нормальних тріщини в залізобетонних елементах. Цей єдиний параметр є одним з головних чинників, які впливають на довговічність залізобетонних прогонових будов автодорожніх мостів і визначається на основ.

Модель є детерміністичною, в якій змінні функції деградації приймають фіксовані значення за час експлуатації. В цій моделі ігнорується випадковість процесу деградації, проте, за рахунок коефіцієнтів моделі, які отримані на основі статистичних даних експлуатації мостів, модель стає «квазі ймовірнісною» і послужить дійовим інструментом контролю і управління безпеки експлуатації залізобетонних автодорожніх мостів.

У рамках розділу 3 виконано аналіз достовірності моделі прогнозування життєвого циклу залізобетонних прогонових будов. Показано, що ресурс монолітних, збірно – монолітних та збірних прогонових будов визначених за авторською моделлю співпадає з прогнозами експертної системи Укравтодору АЕСУМ. Модель дає результати достатньої збіжності з даними системи експлуатації автодорожніх мостів (у межах 7 – 14 % похибки), що є вагомим обґрунтуванням можливості застосування моделі на всіх етапах життєвого циклу експлуатації.

У висновках до розділу 3 автор цілком справедливо підкреслює, що для прогнозування залишкового ресурсу можна скористатися застарілими даними обстежень і навіть без обстежень - за технічною документацією моста та історією експлуатації, даними маршрутних обстежень. Така постановка питання може дати значний економічний ефект в системі експлуатації малих і середніх автодорожніх мостів.

У **четвертому розділі** представлено розроблену автором стохастичну модель оцінки довговічності залізобетонних елементів. Модель перевірялась на прикладах типових залізобетонних елементів прогонових будов автодорожніх мостів.

В результаті аналізу надійності елемента, виконаного в цьому розділі, отримані нові дані, які дозволяють регламентувати мінімальний рівень надійності при розрахунках залізобетонних елементів автодорожніх мостів за тріщиностійкістю.

П'ятий розділ присвячено розробці інженерної методики прогнозування ресурсу залізобетонних згинаних елементів мостів. Методика містить два підходи: детерміністичний 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, що знаходяться в експлуатації цілком відповідає вимогам національних норм ДБН В.1.2-14:2009, ДСТУ-Н Б.В.2.3-23:2012 «Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів» та Єврокоду.

Важливо відмітити, що всі теоретичні здобутки автора доведені до рівня числової реалізації, складені чіткі і прозорі програми в середовищі програмного комплексу Маткад.

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

4 Наукова новизна дослідження та одержаних результатів

Дисертація Янчука Л.Л. є піонерним науковим дослідженням, в якому виконано науковий пошук моделей оцінки і прогнозування ресурсу залізобетонних елементів протягом життєвого циклу. Отримані нові результати є однією з перших спроб зв'язати нерівності граничних станів з часом та утворюють у сукупності теоретичну і методичну базу оцінки довговічності залізобетонних елементів мостів, що знаходяться в експлуатації.

Наукова новизна найбільш істотних результатів визначається наступним:

- *подальшим розвитком* уявлення про закономірності деградації залізобетонних елементів конструкцій транспортних споруд – сформульовано теоретичну гіпотезу про залежність довговічності згинаних залізобетонних елементів автодорожніх мостів від ширини розкриття тріщин;
- *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;

Основний зміст дисертаційного дослідження та його результати в достатньому обсязі було відображено в друкованих працях. 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. Слід підкреслити, що всі публікації підготовлені автором дисертації одноосібно.

5 Оцінка обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій сформульованих в дисертації

Дисертаційна робота Янчука Л.Л. представляє собою піонерне дослідження важливої наукової проблеми теорії експлуатації споруд – оцінку технічного стану залізобетонних елементів 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, постановкою числових експериментів, збіжністю результатів з достовірними даними натурних спостережень в системі експлуатації мостів Укравтодору, співпадінням результатів з даними інших авторів.

Основні положення та результати дисертації автор демонстрував на 14 республіканських, міжвузівських, відомчих конференціях, а також міжнародних конференціях і отримали позитивну оцінку на 11 вузівських та міжнародних конференціях де отримав позитивну оцінку і підтвердження достовірності наукових результатів.

6 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 ДП ДерждорНДІ.

Зміст автореферату відображує основні положення дисертації.

6 Зауваження

6.1 У підрозділі 4.2.1, де проводиться аналіз проектного рівня надійності плити проїзної частини за тріщиностійкістю, на рис. 4.1 приведено поперечник збірно-монолітної прогонової будови, натомість на рис. 4.2 – конструкцію монолітної плити. В такому разі рис. 4.2 некоректний, оскільки слід враховувати повну товщину плити зі збірною частиною включно.

6.2 У таблицях 4.2 – 4.10, де приведені розрахункові ширини розкриття тріщин a_{cr} , для зручності користування доцільно було привести їх граничне значення Δ_{cr} , оскільки вони різні для попередньо напружених і ненапружених балок, для плити та стінок балок тощо.

6.3 Погоджуюся з тезою, що для прогнозування залишкового ресурсу можна скористатися застарілими даними обстежень і навіть без обстежень - за технічною документацією моста та історією експлуатації або за даними маршрутних обстежень. Проте, є важливе зауваження: такий підхід може бути ефективним тільки для мостів малих та середніх прольотів.

6.4 Бажано було би мати орієнтовну оцінку економічного ефекту від впровадження розробленої моделі прогнозу ресурсу в систему експлуатації мостів Укравтодору.

6.5 Доцільно було по аналогії з табл. 3.12, де приведений прогнозований залишковий ресурс збірних залізобетонних прогонових будов мостів, що знаходяться в п'ятому експлуатаційному стані, армованих без попереднього напруження, привести таблицю і для попередньо напружених, і монолітних прогонових будов.

6.6 Присутній ряд зауважень редакційного характеру, що були надані автору дисертації особисто.

Викладені 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 Янчук Леоніда Леонідовича «ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТРАНСПОРТНИХ СПОРУД НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ»

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

Кандидат технічних наук,
провідний науковий співробітник
відділу транспортних споруд і цементобетонних конструкцій,
ДП «Державний дорожній науково-дослідний інститут
ім. М.П. Шульгіна»,

Р.І. Полюга

*Лідник Катюхи Р.І. провідного наукового
співробітника відділу транспортних
споруд та цементобетонних конструкцій
ДП „Держдор НДІ“ завданням*

Інспектор з кадрів Шибенко

