

## РЕЦЕНЗІЯ

рецензента

на дисертацію **Райтера Ореста Костянтиновича**  
**«Математичні моделі для оцінки довговічності фібробетонних елементів**  
**конструкцій за повзучості»,**

що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
зі спеціальності 113 – прикладна математика

### **Актуальність роботи.**

Потреба людства у нових конструкційних матеріалах росте так швидко, що темпи вивчення властивостей нових матеріалів практично не встигають за їх створенням. Особливо це стосується композитних матеріалів. Одним із прогресивних напрямків у будівництві бетонних конструкцій на сьогодні є використання фібробетону – бетону, армованого у всьому об'ємі металевими та неметалевими волокнами (фіброволокном). Оскільки сучасні композитні матеріали працюють в умовах високих напружень і деформацій, то виникнення в них різного роду дефектів є неминучим. Теоретичні дослідження з визначення довговічності згаданих конструкційних матеріалів, проведені на даний час, часто є недостатньо ефективними для достовірної їх оцінки. Особливо у випадках коли проходить уповільнене розкриття тріщин бетону, розтріскування матриці, витягування, руйнування фібр.

Тому виникає необхідність розроблення нових розрахункових моделей та методів визначення довговічності композитних матеріалів – фібробетонів із наявними в них пошкодженнями, які б враховували процеси повзучості, локалізовані в зоні пошкодження. Розроблення і застосовування таких методів забезпечить безаварійне експлуатування фібробетонних елементів конструкцій та своєчасне запобігання різного роду аваріям та катастрофам.

З огляду на це, дисертаційна робота Райтера О.К. «Математичні моделі для оцінки довговічності фібробетонних елементів конструкцій за повзучості» є актуальною і має важливе науково-практичне значення для будівельної промисловості.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами.**

Дисертаційна робота виконувалася у рамках держбюджетних наукових тем за відомчим замовленням НАН України: “Акустико-емісійна методологія оптимізування структури армованих фіброволокнами композитів з метою забезпечення їх міцності та довговічності” (державний номер реєстрації 0117U00051722), “Моделювання і діагностика заповільненого руйнування матеріалів за локальної повзучості” (державний номер реєстрації 0117U000517), “Розроблення методів акустико-емісійного діагностування воднево-корозійного руйнування матеріалів і прогнозування ресурсу елементів конструкцій” (державний номер реєстрації 0120U101792).

### **Оцінка наукового рівня дисертації і наукових публікацій здобувача.**

Рецензування дисертації та вивчення наукових публікацій здобувача свідчить про логічну структурованість дослідження, що дозволило вдало визначити його мету, завдання, об'єкт та предмет.

Відповідно до мети в роботі вперше отримано загальне диференціальне рівняння кінетики росту пошкодження (уповільнене розкриття тріщини, витягування і деформування фібр), що разом з відповідними умовами процесу становить математичну модель для оцінювання довговічності фібробетонних елементів конструкцій, коли в пошкодженій зоні локалізується повзучість. Використання моделі дало можливість здобувачеві реалізувати низку поставлених в роботі завдань. Розписуючи для кожного конкретного випадку фібробетонного елемента і силової схеми навантаження енергії деформування, побудовано розрахункові моделі і, відповідно, методи для оцінки довговічності фібробетонної балки за її довготривалого згину, фібробетонної плити з концентратором напружень у вигляді колового отвору за довготривалого двостороннього розтягу.

Основні положення та висновки, сформульовані у дослідженні, викладено у дванадцятьох наукових публікаціях, з яких п'ять – у періодичних виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз даних, одна – у науковому фаховому виданні України, шість – у збірниках матеріалів міжнародних наукових конференцій. Результати дослідження належним чином апробовані на міжнародних та всеукраїнських конференціях та симпозіумах.

Вважаю, що дисертаційна робота Райтера О.К. «Математичні моделі для оцінки довговічності фібробетонних елементів конструкцій за повзучості» виконана на достатньо високому науковому рівні.

**Новизна представлених теоретичних та/або експериментальних результатів проведених здобувачем досліджень.**

Наукова новизна одержаних результатів полягає у системному розв'язанні науково-технічного завдання – побудові математичного апарату для прогнозування довговічності фібробетонних елементів конструкцій за дії довготривалого навантаження, що викликає повзучість.

За результатами рецензування вважаю, що до наукових результатів автора, які містять елементи наукової новизни необхідно внести такі:

- Загальну математичну модель для оцінювання довговічності фібробетонних елементів конструкцій, підданих дії довготривалого статичного навантаження, що викликає повзучість в фібробетоні аж до його руйнування.
- Розрахункові методи для оцінювання довговічності фібробетонної балки за її навантаження довготривалим згином, а також для визначення довговічності фібробетонної плити з круговим отвором та елемента великого перерізу з мікрокульовою порожниною за навантаження довготривалим розтягом, що викликає повзучість.
- Розрахункову модель визначення залишкової довговічності фібробетонної балки з наперед напруженою арматурою з тріщинами повзучості за її довготривалого статичного згину.

**Практичне значення одержаних результатів.**

Отримані в роботі результати мають як науково-теоретичне, так і практичне значення. Практичне значення результатів дисертаційної роботи полягає в тому, що вони складають основу інженерних методів для визначення довготривалої міцності і довговічності фібробетонних елементів конструкцій з пошкодженнями за дії довготривалого статичного навантаження.

### **Наукова обґрунтованість отриманих результатів дослідження.**

Наукові положення та висновки, сформульовані здобувачем, у своїй більшості є обґрунтованими та переконливими. Висновки сформовано згідно з отриманими результатами, вони належно аргументовані. Обґрунтованість отриманих результатів підтверджується фізично коректними та математично строгими постановками задач; фізичною несуперечливістю результатів; використанням законів термодинаміки до математичного моделювання локального руйнування фібробетонів; застосуванням математичних методів до розв'язування диференціальних рівнянь, а також методів апроксимацій для опрацювання відомих даних експериментальних досліджень.

### **Рівень виконання поставленого наукового завдання та оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності.**

Метою дисертаційної роботи було математичне моделювання руйнування фібробетонів і на цій основі розроблення математичних моделей для оцінювання довговічності фібробетонних елементів конструкцій. Для досягнення зазначеної мети здобувачем у повному обсязі виконано такі *завдання*:

- зроблено критичний огляд робіт з деформування і руйнування фібробетонів;
- сформульовано реологічні моделі деформування та руйнування фібробетонних елементів конструкцій;
- застосовуючи енергетичний підхід побудовано математичну модель для оцінювання довговічності фібробетонів за довготривалого статичного навантаження, що викликає повзучість;
- запропоновано математичну модель визначення довговічності фібробетонної товстостінної плити з круговим отвором за двостороннього розтягу;
- побудовано розрахункову модель на основі якої оцінено довговічність фібробетонного елемента великого перерізу з мікрокульовою порожниною за дії розтягу в умовах повзучості;
- сформульовано розрахункову модель для визначення довговічності фібробетонної балки за довготривалого згину;
- проведено числовий розрахунок довговічності фібробетонної балки.

Ефективне виконання зазначених завдань відбулося завдяки вдало підібраній методології та вмілому її застосуванню.

Під час виконання наукового дослідження здобувачем застосовано фізичні закони, зокрема закони термодинаміки, а також методи математичної фізики, теорії пружності, апроксимації, підходи механіки руйнування.

Отже можна стверджувати, що здобувач оволодів методологією наукової діяльності на достатньому рівні.

### **Зауваження до дисертаційної роботи.**

1. Який оптимальний розмір фібр забезпечить найвищу міцність фібробетону.

2. У розділах 2 і 3 довговічність фібробетонних елементів конструкцій оцінюється з точки зору силового параметра навантаження, яке діє на елемент. Було б доцільно встановити залежності довговічності фібробетонів від інших параметрів, наприклад, складу, орієнтації чи розміру фібр.

3. У роботі на жаль не приведено порівняння отриманих результатів із відомими інших авторів. Таке порівняння з одного боку збагатило б роботу, а з іншого – додатково підтвердило коректність запропонованих моделей.

4. Робота має незначну кількість орфографічних та стилістичних помилок.

Всі наведені зауваження аж ніяк не впливають на позитивну оцінку дисертації. Зауваження можуть бути предметом подальших досліджень автора.

**Дані про відсутність текстових запозичень та порушень академічної доброчесності (академічного плагіату, самоплагіату, фабрикації, фальсифікації).**

За результатами перевірки та аналізу матеріалів дисертації не було виявлено ознак академічного плагіату, самоплагіату, фабрикації, фальсифікації. Подані до захисту наукові досягнення є власними напрацюваннями здобувача, текст дисертації – оригінальний. Виявлені за допомогою програми Unicheck текстові співпадіння (цитування) мають відповідні посилання на першоджерела та внесені до списку використаної літератури. Робота є самостійна. Порушення академічної доброчесності відсутні.

#### **Загальні висновки.**

Дисертаційна робота Райтера Ореста Костянтиновича на тему «Математичні моделі для оцінки довговічності фібробетонних елементів конструкцій за повзучості» є цілісною та завершеною науковою роботою.

Опубліковані праці за темою наукового дослідження повністю відображають зміст дисертаційної роботи. Результати роботи представлені в достатньому обсязі на наукових міжнародних конференціях і симпозіумах.

Представлена дисертація Райтера О.К. відповідає вимогам “Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії”, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року, актуальним вимогам до оформлення дисертації згідно з Наказом Міністерства освіти і науки України “Про затвердження вимог до оформлення дисертації” № 40 від 12.01.2017 р., а її автор заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 11 «Математика та статистика» за спеціальністю 113 «Прикладна математика».

Рецензент

д-р техн. наук, ст. наук. співроб.,  
провідний науковий співробітник  
відділу міцності матеріалів і конструкцій  
у водневовмісних середовищах  
Фізико-механічного інституту  
ім. Г.В. Карпенка НАН України

*Тел*

Оксана ГЕМБАРА

Підпис *Оксана*  
**ЗАСВІДЧУЮ**  
Вчений секретар ФМІ  
*Корвєн*

