

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Гримака Олега Ярославовича

**“Міцність, деформативність і тріщиностійкість бетонних балкових
конструкцій мостів із базальтопластиковою арматурою”**

представленої на здобуття наукового ступеня кандидат технічних наук
за спеціальністю 05.23.01 - будівельні конструкції, будівлі та споруди

1. Актуальність теми дисертації

В сучасному будівництві широко використовується залізобетон, в ньому ефективно працюють бетон і сталеві арматури. Неметалева композитна арматура, яка має високу міцність, діелектричні властивості, малу вагу, не піддається корозії, в останній час все частіше заміняє сталеву арматуру, особливо в будівлях та спорудах спеціального призначення. Її застосування для армування бетонних конструкцій стримується недостатнім дослідженням особливостей роботи таких елементів, обмеженим нормативним забезпеченням та малим досвідом експлуатації відповідних об'єктів.

Перспективним напрямком у будівництві є використання неметалевої композитної арматури у конструкціях транспортних споруд. В залізобетонних прогонових будовах мостів під час експлуатації відбувається карбонізація і хлоризація бетону, внаслідок чого сталеві арматури кородують, зменшується несна здатність і термін служби споруд. Використання неметалевої композитної арматури, яка не піддається корозії, дозволить суттєво знизити затрати на експлуатацію споруд та збільшити термін їх служби.

В Україні знаходяться значні поклади базальту, ряд заводів випускає високоякісну базальтопластикову арматуру. Виробництво такої арматури є менш шкідливим щодо впливу на навколишнє середовище у порівнянні із виробництвом сталевих арматур. Тому доцільно розробити науково-технічне і нормативне підґрунтя для використання в транспортному будівництві неметалевої композитної арматури, виготовленої із базальтових волокон.

Беручи до уваги все вищесказане можна зробити висновок про те, що тема дисертаційного дослідження є актуальною.

2. Зв'язок роботи з галузевими науковими програмами

Тема дисертації є складовою частиною науково-дослідної роботи кафедри автомобільних доріг та мостів Національного університету «Львівська політехніка» і виконувалась в рамках тем "Розробити рекомендації з проектування базальтобетонних конструкцій мостів і труб" (номер держреєстрації 0112U003779) та «Провести дослідження та розробити методику розрахунку бетонних конструкцій мостів, армованих базальтопластиковою арматурою на дію малоциклових навантажень» (номер держреєстрації 0115U005137), розроблених на замовлення Державного агентства автомобільних доріг України (Укравтодору).

3. Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих в дисертації, їх достовірність та новизна

Обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих в дисертації, базується на експериментальних методах оцінки короткочасної міцності та напружено-деформованого стану дослідних зразків. Результати теоретичних досліджень автора, зроблені ним висновки і рекомендації погоджуються з існуючими уявленнями та підтверджені результатами експериментальних і натурних досліджень, отже, є цілком обґрунтованими.

Достовірність результатів досліджень, виконаних у дисертації, підтверджується застосуванням відомих та добре апробованих експериментальних методів визначення несучої здатності та граничного стану

таких конструкцій, а також методів теоретичної і будівельної механіки для дослідження напружено-деформованого стану, методів математичної статистики при підготовці та проведенні експериментальних досліджень, методу скінченних елементів для чисельної реалізації та верифікації результатів випробувань.

Наукова новизна одержаних автором результатів полягає в тому, що:

- отримані нові експериментальні дані напружено-деформованого стану, характеру руйнування, міцності, ширини розкриття нормальних тріщин і прогинів балкових згинаних базальтобетонних елементів;
- вперше отримані експериментальні дані впливу на роботу балкових згинаних базальтобетонних елементів мікроармування бетону базальтовою фіброю;
- вперше отримані експериментальні дані впливу малоциклових навантажень високого рівня на ширину розкриття нормальних тріщин та прогинів балкових згинаних базальтобетонних елементів;
- дістала подальший розвиток і адаптована методика розрахунку залізобетонних згинаних елементів за нормами проектування мостів ДБН В.2.3–14:2006 до розрахунку міцності, ширини розкриття нормальних тріщин і прогинів згинаних базальтобетонних конструкцій мостів;
- вперше розроблені рекомендації з розрахунку ширини розкриття нормальних тріщин і прогинів згинаних базальтобетонних конструкцій мостів при дії малоциклових навантажень високого рівня;
- вперше встановлено параметри випромінювання акустичної емісії згинаними базальтобетонними конструкціями.

Об'єктом дослідження є робота бетонних і фібробетонних елементів, армованих базальтопластиковою арматурою, при дії одноразових та малоциклових навантажень.

Предметом дослідження – напружено-деформований стан, міцність, ширина розкриття нормальних тріщин і прогини згинаних балкових бетонних

та фібробетонних елементів, армованих базальтопластиковою арматурою, при дії одноразових та малоциклових навантажень.

4. Практичне значення отриманих результатів

Практичне значення роботи полягає у розробці алгоритмів розрахунку базальтобетонних конструкцій транспортних споруд та методики розрахунку таких конструкцій на дію малоциклових навантажень. Їх можна використовувати при проектуванні мостів та інших споруд із використанням бетонних конструкцій, армованих базальтопластиковою арматурою.

Впровадження результатів роботи.

Отримані результат роботи були використані ДП «Державний дорожній науково-дослідницький інститут ім. М. П. Шульгіна» (ДерждорНДІ) при розробці нормативних документів РВ 2.3–03450778–846:2014 «Рекомендації з проектування базальтобетонних конструкцій мостів і труб» та М 42.1–37641918–758:2017 «Методика розрахунку бетонних конструкцій мостів, армованих базальтопластиковою арматурою, на дію малоциклових навантажень», а також Науково-виробничим підприємством «ТРИАДА» при розробці проекту капітального ремонту моста на автомобільній дорозі Київ – Харків – Довжанський, км 314.

Крім того, результати дисертаційного дослідження використовуються в навчальному процесі Національного університету «Львівська політехніка» при підготовці бакалаврів за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” у складі нормативних дисциплін (цикл дисциплін професійної підготовки).

5. Оцінка змісту дисертації

Дисертація відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України стосовно обсягу, структури та оформлення роботи. Дисертація складається з

вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 143 найменування, та чотирьох додатків. Робота викладена на 180 сторінках, у тому числі 118 сторінок основного тексту, 46 таблиць, 53 ілюстрацій, 16 сторінок списку використаних джерел та 34 сторінок додатків. Текст дисертації викладений із коректним використанням наукової термінології в логічній послідовності.

У **вступі** подана загальна характеристика дисертації, обґрунтована актуальність роботи, викладені мета та задачі досліджень, наукова новизна та практична цінність роботи.

У **першому розділі** розглянуто виготовлення, фізико-механічні характеристики, переваги і недоліки неметалевої композитної арматури. Приведено дані досліджень Михайлова К. В., Вильдановського Ю. М., Brik V. B., Клімова Ю. А., Солдатченка О.С. та інших, в яких доведені можливості використання неметалевої композитної арматури для армування бетонних елементів. Розглянуто досвід використання цієї арматури для армування конструкцій із бетону в Росії, США, Європі, Канаді та інших країнах.

Наведено дані щодо використання фібри для дисперсного армування бетонів. Розглянуто результати досліджень фібробетонів та досвід їх використання. Відзначено позитивний вплив на характеристики бетону використання для його мікроармування базальтової фібри – підвищується міцність бетону на розтяг, тріщиностійкість, спостерігається більш пластичний характер руйнування.

Оскільки на конструкції мостів діють циклічні навантаження, висвітлено основні відомості про малоциклові навантаження. Проаналізовано результати досліджень різними науковцями роботи балкових залізобетонних згинаних конструкцій при дії малоциклових навантажень.

Приведена інформація щодо норм та рекомендацій з розрахунку бетонних конструкцій, армованих неметалевою композитною арматурою, розроблених у Європі, Японії, Канаді, США, Росії та Україні. Визначено, що всі норми з розрахунку конструкцій з неметалевою композитною арматурою базуються на

двох підходах: європейському і північноамериканському. В них використовуються ті ж методики розрахунку, що і для залізобетонних конструкцій, із врахуванням особливостей характеристик неметалевої композитної арматури.

У **другому розділі** висвітлено методику визначення фізико-механічних характеристик базальтопластикової арматури та приведені результати досліджень стержнів різного діаметру. Міцнісні та деформативні характеристики бетону для дослідних зразків балок визначались випробуванням кубів і призм. Дослідження базальтофібробетону дослідних зразків показало, що використання базальтової фібри підвищило міцність бетону на розтяг до 33%, стиранисть зменшилась на 13%.

У **третьому розділі** приведена конструкція дослідних зразків – бетонних та базальтофібробетонних балок, армованих базальтопластиковою арматурою діаметром 4, 6, 8, 10, 12 і 13 мм. Описано програму експериментальних досліджень: кількість балок, схему випробувань, конструкцію стенду, установку приладів, послідовність прикладення одноразових і малоциклових навантажень, які дані отримувались в результаті випробувань.

Представлені результати досліджень базальтобетонних та базальтофібробетонних балок при дії одноразових і малоциклових навантажень: моменти утворення тріщин, руйнівні моменти, характери руйнувань балок, графіки зміни прогинів і відносних деформацій, порівняння руйнівних навантажень при одноразових і малоциклових навантаженнях базальтобетонних та базальтофібробетонних балок.

У **четвертому розділі** викладено методику розрахунку балкових згинаних базальтобетонних конструкцій мостів за першою і другою групами граничних станів. Приведені алгоритми розрахунку міцності перерізів, нормальних до поздовжньої осі елемента; тріщиностійкості елементів; прогинів елементів.

В результаті аналізу даних експериментальних досліджень розроблені пропозиції з врахування дії малоциклових навантажень при розрахунку

балкових згинаних базальтобетонних конструкцій. Ширину розкриття тріщин нормальних тріщин і величини прогинів при розрахунку таких конструкцій пропонується визначити із врахуванням запропонованих емпіричних коефіцієнтів, які враховують дію циклічних навантажень. Співставлення теоретичних і експериментальних даних показало задовільну збіжність отриманих результатів.

Визначено економічну ефективність використання базальтопластикової арматури при армуванні бетонних конструкцій мостів.

В загальних висновках підведений підсумок проведеної роботи та описані основні результати, отримані в дисертаційній роботі, які на думку автора дисертації, є головними..

Дисертація доповнена додатками, в яких містяться додаткові відомості результатів випробувань дослідних зразків та акти впровадження дисертаційного дослідження.

Список використаних джерел включає 13 наукових праць, з них: 1 (одна) стаття у науковому періодичному виданні іншої держави, 5 (п'ять) у наукових фахових виданнях України та 1 (одна) стаття у виданні, яке індексується базою Index Copernicus.

Викладання тексту дисертації достатньо ясне, чітке. Оформлення дисертаційної роботи відповідає нормативним вимогам.

Деякі синтаксичні та граматичні помилки в дисертації в цілому не впливають на позитивну оцінку стилю викладання матеріалу дисертації. Текст дисертаційної роботи викладено державною мовою.

6. Повнота відображення наукових положень в опублікованих роботах, оцінка апробації результатів досліджень, відповідності автореферату змісту дисертації

Публікації. По темі дисертації опубліковано 13 наукових праць, з них: 1 (одна) стаття у науковому періодичному виданні іншої держави, 5 (п'ять) у

наукових фахових виданнях України та 1 (одна) стаття у виданні, яке індексується базою Index Copernicus.

Автореферат дисертації достатньо повно розкриває мету, задачі та результати роботи, викладений достатньо якісною технічною мовою, досить адекватно відображає основний зміст та результати роботи, свідчить про глибоку професійну підготовку здобувача.

Автореферат оформлений згідно нормативних вимог Міністерства освіти та науки України.

Назва дисертаційної роботи відповідає поставленій меті та основним результатам досліджень.

Апробація результатів роботи. Основні положення дисертаційної роботи достатньо апробовані автором при участі в 9 Міжнародних та 3 регіональних наукових конференціях протягом 2011-2018 років.

7. Зауваження по дисертації

1. Треба було чіткіше сформулювати мету дисертації (стор. 15), не як процес виконання, а як кінцевий результат роботи.

2. У пункті "Впровадження результатів роботи" (стор. 17) не згадано про використання результатів роботи при проектуванні інститутом "Укрдорпроект" реконструкції шляхопроводу на Київському шосе у м. Житомирі, на яке є Акт впровадження (стор. 149).

3. В огляді літератури варто було детальніше висвітлити дослідження неметалевої композитної арматури і фібри в Україні в 1970 – 80 роках.

4. Доцільно було дати фотографії місць розриву волокон, отриманих під час випробування зразків базальтопластикової арматури (стор. 49).

5. Не пояснено, що за параметр Δ , % у таблицях 2.1 – 2.6 (стор. 50-51) фізико-механічних характеристик зразків базальтопластикової арматури.

6. В методиці досліджень при описі аналізу тріщиностійкості балок необхідно було дати інформацію, як визначався момент утворення тріщин (стор. 71).

7. При аналізі впливу базальтової фібри на тріщиностійкість балок, армованих базальтопластиковою арматурою, треба було б зробити порівняння не тільки за моментом утворення тріщин (стор. 91), але і за шириною розкриття тріщин при різних рівнях навантаження.

8. Виконано аналіз впливу коефіцієнта армування на несну здатність базальтобетонних балок (стор. 96-97), аналогічно варто було проаналізувати вплив цього фактора на тріщиностійкість і прогини.

9. Судячи із результатів досліджень, при малоциклових навантаженнях рівня 0,75 від руйнівного, повної стабілізації і прогинів в ряді випадків не зафіксовано, на відміну від рівня 0,6, де ця стабілізація відбувається у всіх зразках. Про це треба було вказати у висновках до розділу 3.

10. Алгоритми розрахунку міцності перерізів наведено тільки для прямокутного і таврового при розташуванні нейтральної осі в поличці балки, відсутній алгоритм для випадку таврового перерізу при розташуванні нейтральної осі в ребрі балки.

11. В табл. 4.7 (стор. 113) допущена помилка – замість 21% записано 2,1%.

12. У вихідних даних для розрахунку базальтобетонних балок у системі ЛАРМ-САПР (стор. 121) необхідно було навести фізико-механічні характеристики бетону і арматури для балок, які розраховувались.

8. Висновки про відповідність роботи встановленим вимогам

Міністерства освіти та науки України

Дисертаційна робота Гримака Олега Ярославовича “Міцність, деформативність і тріщиностійкість бетонних балкових конструкцій мостів із базальтопластиковою арматурою” є завершеною науковою працею, в якій отримано нові науково обґрунтовані теоретичні і експериментальні результати досліджень базальтобетонних та базальтофібробетонних балок при дії одноразових і малоциклових навантажень. Визначено економічну ефективність

використання базальтопластикової арматури при армуванні бетонних конструкцій мостів.

За змістом і оформленням дисертаційна робота відповідає вимогам пунктів 9, 11, 12 “Порядку присудження наукових ступенів”, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. № 567, а також вимогам Паспорту наукової спеціальності 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди.

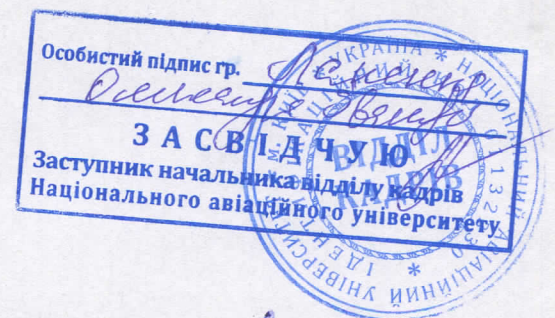
Результати дисертації містять наукову новизну та практичну цінність, що підтверджується даними про їх впровадження.

Зауваження за змістом дисертації не впливають на загальну високу позитивну оцінку дисертаційної роботи в цілому та на особисті здобутки автора.

З огляду на наукову зрілість і високу кваліфікацію здобувача, цілісність і завершеність представленої дисертації, яка відповідає всім вимогам Міністерства освіти та науки України, а також обсяги впровадження результатів в практику будівництва, вважаю, що її автор Гримак Олег Ярославович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидат технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри комп'ютерних
технологій будівництва
Національного авіаційного університету



О.І. Лапенко О.І. Лапенко