

## Відгук

офіційного опонента доктора технічних наук, професора Семка О.В. на дисертаційну роботу Волкова Сергія Олександровича на тему «Міцність і деформативність балок із бетонів на відходах збагачення залізних руд з гібридним армуванням металевою та базальтовою арматурою», представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, галузі знань 19 – Архітектура та будівництво

**Актуальність теми.** Широке використання базальтопластикової арматури в будівництві привело до появи нових питань, які раніше не порушувалися в будівельній практиці України й мало висвітлені у світовій практиці. Одне з цих питань стосується подолання недоліку конструкцій, що працюють на згин і армовані базальтопластиковою арматурою, який пов'язаний із більшою деформативністю таких конструкцій. Як один зі способів подолання цього недоліку в розрізних наукових дослідженнях у світі пропонується використання в конструкціях, що працюють на згин, гібридного армування, тобто застосування в розтягнутій зоні базальтопластикової та металевої арматури. Водночас відсутність в Україні експериментально-теоретичних досліджень щодо міцності, жорсткості і тріщиностійкості конструкцій, що працюють на згин, із гібридним армуванням, виготовлених із різних бетонних сумішей, а також нормативних документів із проектування та виготовлення стримує подальший розвиток і використання базальтопластикової арматури в будівельній практиці нашої країни. Тему дисертаційної роботи Волкова С.О., яка присвячена експериментальним і теоретичним дослідженням бетонних конструкцій, що працюють на згин, із гібридним армуванням базальтопластиковою і металевою арматурою, виготовлених із різних бетонних сумішей, слід визнати актуальною, як з наукової, так і практичної точки зору.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами.**

Тема дисертації «Міцність і деформативність балок із бетонів на відходах збагачення залізних руд з гібридним армуванням металевою та базальтовою арматурою» є складовою науково-дослідної роботи кафедри промислового, цивільного та міського будівництва Криворізького національного університету і виконувалась у межах теми «Проведення експериментальних досліджень бетонних балок з гібридним армуванням сталевую та неметалевою композитною арматурою та розроблення пропозицій щодо розрахунку конструкцій мостів з гібридним армуванням» (номер держреєстрації 0117U001843), розробленої на замовлення Державного підприємства «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна».

Дослідження виконане на кафедрі технології будівельних виробів, матеріалів та конструкцій Криворізького національного університету у 2017– 2022 роках під керівництвом кандидата технічних наук, професора О.І. Валового.

**Аналіз змісту дисертації.** Представлена дисертація викладена на 124 сторінках, у тому числі список використаних джерел з 68 найменувань на 7 сторінках та 3 додатки на 5 сторінках, містить 24 ілюстрації і 19 таблиць.

Дисертація складається із вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел і 3 додатків.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, показано її зв'язок із науковими програмами, сформовано мету, об'єкт, предмет та задачі дослідження, наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, а також наведено дані про їх впровадження та рівень апробації.

У **першому розділі** розглянуто виготовлення, фізико-механічні характеристики, переваги і недоліки базальтопластикової композитної арматури. Розглянуто досвід використання цієї арматури для армування конструкцій із бетону в США, Європі, Канаді й інших країнах. Розглянуто вплив відходів збагачення залізних руд на довкілля та можливості їх використання в бетонних сумішах. Зазначено переваги бетонних сумішей, виготовлених із бетону на відходах збагачення залізних руд, у порівнянні з традиційними бетонами і їх вплив на напружено-деформований стан конструкцій. Наведено нормативні документи з розрахунку бетонних конструкцій, що працюють на згин, армованих неметалевою композитною арматурою. На основі проведеного огляду нормативної та наукової літератури, сформовано основні завдання дисертаційної роботи.

У **другому розділі** для визначення фізико-механічних характеристик бетону експериментальних балок були виготовлені та випробувані зразки кубів і призм бетонів на кварцовому піску і на фракціонованих відходах ЗЗР відповідно до вимог чинних норм. Наведено конструкцію дослідних зразків балок із армуванням металевою арматурою, базальтопластиковою арматурою та гібридним армуванням, тобто металевою і базальтопластиковою арматурою. Описано програму експериментальних досліджень: кількість балок, схему випробувань, конструкцію стенду, установку приладів, послідовність прикладання навантажень і дані, які отримувались у результаті випробувань.

У **третьому розділі** наведено результати експериментальних досліджень балок усіх серій: моменти утворення тріщин, руйнівні моменти, характери руйнувань балок, графіки зміни прогинів і відносних деформацій, порівняння отриманих експериментальних даних.

У **четвертому розділі** викладено методику розрахунку конструкцій, що працюють на згин, за першою і другою групами граничних станів. Наведено алгоритми розрахунку міцності перерізів, нормальних до поздовжньої осі елемента, тріщиностійкості елементів, прогинів елементів. Виконано розрахунок дослідних зразків балок за методикою чинних норм. У результаті аналізу даних експериментальних досліджень розроблені пропозиції до чинної методики розрахунку балок на тріщиностійкість і деформативність. Ширину розкриття нормальних тріщин і величину прогинів при розрахунку балок пропонується визначати з використанням ефективного моменту інерції, що не враховує роботу бетону розтягнутої зони. Доведено ефективність використання відходів ЗЗР у якості дрібного заповнювача бетонної суміші для балок, армованих базальтопластиковою арматурою, і для балок із гібридним армуванням.

У **загальних висновках** підбито підсумок проведеної роботи і описано основні результати, отримані в дослідженні.

У **додатках** містяться акти впровадження дисертаційного дослідження та патент на винахід.

Побудова роботи логічна, всі розділи дисертації пов'язані між собою.

Автор продемонстрував здатність ставити задачі дослідження, вибирати методи їх розв'язання, доводити дослідження до конкретної практичної розробки.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень дисертації, їх достовірності й новизни.** Достовірність основних наукових положень та отриманих результатів у дисертації забезпечена задовільною збіжністю результатів теоретичних досліджень з даними експериментальних досліджень. Представлені наукові положення та результати дисертаційної роботи є науково обґрунтованими, висновки – достовірними. Науковий

рівень результатів досліджень, виконаних Волковим С.О., достатній для дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

**Наукова новизна** дисертаційної роботи полягає в тому, що:

– уперше отримані експериментальні дані про напружено-деформований стан, характер руйнування, міцності, ширину розкриття нормальних тріщин і прогинів конструкцій, що працюють на згин, із гібридним армуванням, виготовлених із різних бетонних сумішей;

– дістала подальшого розвитку і доповнена методика розрахунку міцності, ширини розкриття нормальних тріщин і величини прогинів залізобетонних конструкцій, що працюють на згин, за нормами проектування ДБН В.2.3-14:2006, а також за Р В.2.3-03450778-846:2014, армованих базальтопластиковою і металевою арматурою, виготовлених із різних бетонних сумішей;

– розроблені рекомендації з розрахунку міцності, ширини розкриття нормальних тріщин і величини прогинів конструкцій, що працюють на згин, із гібридним армуванням, виготовлених із різних бетонних сумішей.

**Повнота відображення основних положень дисертації в опублікованих роботах.** За темою дисертації опубліковано: 3 статті у наукових фахових виданнях України, 2 статті у науковому періодичному виданні іншої держави, яке індексується в міжнародній наукометричній базі Scopus, 1 стаття в виданнях конференції іншої держави, яка індексується в міжнародній наукометричній базі Scopus, 7 тез доповідей на конференціях та 1 патент України на винахід. У публікаціях, виконаних у співавторстві, особистий внесок дисертанта відображено відповідно до отриманих ним результатів.

**Практична цінність отриманих результатів** полягає в розробці рекомендацій до методики розрахунку залізобетонних конструкцій із гібридним армуванням базальтопластиковою і металевою арматурою, що працюють на згин. Їх можна використовувати при проектуванні конструкцій із армуванням як базальтопластиковою, так і металевою арматурою, що працюють на згин, зокрема й для конструкцій, виготовлених із бетону на відходах ЗЗР.

Результати наукових досліджень впроваджені ДП “Державний інститут по проектуванню підприємств гірничорудної промисловості “Кривбаспроект” та ТОВ «Проектний інжиніринг Дніпропроектстальконструкція».

**Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності.** У дисертаційній роботі Волкова С.О. не виявлено ознак академічного плагіату та інших порушень, які могли б поставити під сумнів самостійний характер виконаного дослідження та дотримання норм академічної доброчесності.

**Відповідність дисертації встановленим вимогам.** Дисертація Волкова С.О. є завершеною науковою працею. Робота виконана державною мовою із дотриманням наукового стилю. Дисертація за вимогами щодо структури, змісту, загального обсягу та кількості наукових публікацій, що висувуються до здобувача наукового ступеня доктора філософії, відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України, та є результатом науково-дослідної роботи, що характеризується належним науково-методичним рівнем її виконання.

**Зауваження та побажання за роботою:**

1. В таблиці 2.1 не вказана відстань між стержнями металевої та базальтопластикової арматури в балках з гібридним армуванням.

2. З точки зору енергоощадності не зрозуміло для чого виготовлені зразки поміщали в камеру для прогріву, адже їх витримували 28 діб (розділ 2.3.). З тексту не ясно, чи прогрівали куби  $100 \times 100 \times 100$  разом із балками.

3. На рис. 2.8 позицію 5 слід читати як «рухома опора», а не як «рухома траверса».

4. В табл. 3.2 назви стовпчиків 6-10 – однакові, що ускладнює розуміння результатів.

5. На мою думку, в формулах 4.4 – 4.5 варто було б позначати опір арматури та бетону літерами  $f$ , а не  $R$ .

6. Для порівняння результатів експериментів з теоретичними варто було б користуватися не тільки ДБН В.2.3.-14:2006 Споруди транспорту. Мости і труби, а і ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні і залізобетонні конструкції.

7. В підрозділі 4.3 варто було б вказати, яка саме ширина розкриття тріщини визначилась – середня чи максимальна (з забезпеченістю 95%), адже норми, як правило, нормують саме її, що зменшує наведені в роботі запаси.

8. При співставленні дослідних та розрахункових значень прогинів (табл. 4.4) рядок 13 таблиці вимагає додаткових роз'яснень, адже за 100% варто приймати експеримент, а не теорію.

9. Варто було б порівняти висоту стиснутої зони бетону, обраховану за різними методиками з експериментом.

10. Є ряд зауважень до оформлення списку використаних джерел. Їх кількість варто було б збільшити за рахунок англomовних публікацій після 2015 року.

**Загальний висновок.** Робота виконана на належному теоретико-методологічному рівні, є цілісною і завершеною. Тема дисертації є актуальною, матеріал викладений логічно та послідовно. Отримані в роботі наукові результати розв'язують важливе наукове завдання: вдосконалення методики розрахунку міцності, ширини розкриття нормальних тріщин і величини прогинів залізобетонних конструкцій, що працюють на згин, армованих базальтопластиковою і металевою арматурою, виготовлених із різних бетонних сумішей. Результати дисертаційної роботи достатньо повно викладені в опублікованих працях. Дисертаційна робота Волкова С.О. «Міцність і деформативність балок із бетонів на відходах збагачення залізних руд з гібридним армуванням металевою та базальтовою арматурою» відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (з наступними змінами) та «Порядку присудження

вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (з наступними змінами) та «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, а її автор, Волков Сергій Олександрович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія.

Офіційний опонент, доктор технічних наук,  
професор, лауреат Державної премії України,  
завідувач кафедри будівництва та цивільної інженерії  
Національного університету «Полтавська  
політехніка імені Юрія Кондратюка»

  
Олександр СЕМКО

Т.в.о. проректора з науково-педагогічної та  
міжнародної роботи



  
Вадім ВАДІМОВ