

## **РЕЦЕНЗІЯ**

**на дисертаційну роботу Мазурака Ростислава Андрійовича  
на тему «Анкерування стрижневої арматури у фібробетоні»,  
представленої на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія,  
галузі знань 19 – Архітектура та будівництво**

**Актуальність теми дисертації.** Будівельну індустрію сьогодення можна охарактеризувати широким використанням залізобетону, як збірного так і монолітного, для армування якого використовують ефективні види металевої та неметалевої арматура. Щодо бетонів, які при цьому використовують, так все більшого застосування знаходять високоміцні бетони та фібробетони. Важливе значення для надійної роботи залізобетонних конструкцій відіграє зчеплення арматури в бетоні, яке залежить від геометричних і механічних характеристик арматури та бетону чи фібробетону. Питанню зчеплення арматури в бетоні присвячено велику кількість досліджень, які проводились не лише в Україні, але і за кордоном, але і на сьогодні до кінця так і не розв'язане. Ще більше питань виникає у випадку використання фібробетону, який останнім часом широко використовують у будівництві. Фіброве армування, волокна якого здатні блокувати розвиток мікротріщин у місцях контакту поперечних ребер арматурних стрижнів з бетоном та втягувати більші обсяги фібробетону у спільну роботу, можна розглядати як різновид непрямого армування, яке впливає на міцність зчеплення стрижневої арматури з фібробетоном. На даному етапі науковці не прийшли до спільної думки щодо кількісної оцінки впливу різних чинників на руйнівні зусилля за зсуву арматурних стрижнів відносно бетону, у тому числі і фібробетону. Тому важливим постає вдосконалення розрахункового апарату для визначення необхідної довжини анкерування стрижнів у бетоні та фібробетоні. В цьому і полягає актуальність проведення досліджень з анкерування стрижнів арматури у фібробетоні.

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

Дисертаційна робота виконувалась у Львівському національному університеті природокористування на кафедрі будівельних конструкцій відповідно до тематики науково-дослідних робіт в рамках виконання наукової теми факультету будівництва та архітектури ЛНАУ «Ресурсоощадні конструктивно-технологічні вирішення будівель і споруд АПК та архітектурно-планувальні аспекти розвитку сільських територій» (обліковий номер 0221U100902) (тематика на 2016-2020 рр.) та факультетської тематики ЛНУП на 2021-2025 рр. «Ефективні технології і конструкції в будівництві та архітектура села».

**Наукова новизна дисертаційної роботи** полягає в отриманні нових експериментальних даних щодо зміщення незавантажених кінців арматурних стрижнів і відповідні зусилля за витягування цих стрижнів із фібробетонних зразків; на основі повного чотирифакторного експерименту виявлений вплив відносної довжини закладання стрижнів у фібробетонні



зразки, міцності бетону, вмісту фібрової арматури та діаметра стрижнів на напруження в стрижнях та дотичні напруження між стрижнями і фібробетоном; запропонована експериментально обґрунтована формула для розрахунку граничних напружень зчеплення стрижнів із фібробетоном і відповідний алгоритм визначення розрахункової довжини анкерування.

**Практичне значення дисертаційної роботи** полягає у запропонованому алгоритмі оцінки показника розрахункової довжини анкерування стрижневої арматури серпоподібного перерізу у фібробетоні та обґрунтуванні розрахункової залежності для розрахунку граничних напружень зчеплення арматури з фібробетоном.

**Мета дисертаційної роботи** – дослідження анкерування стрижневої арматури класу A500C у фібробетоні, армованому сталевією фіброю із загнутими кінцями типу HE1050 українського виробництва та розробка пропозицій щодо визначення розрахункової довжини анкерування.

**Задачами дисертації** є експериментальні дослідження зчеплення арматурних стрижнів з фібробетоном під дією статичного короточасного навантаження; з'ясування впливу відносної довжини закладання стрижнів, міцності бетону, вмісту фібрового армування в одиниці об'єму бетону, діаметра стрижнів на напруження в арматурі і дотичні напруження між стрижнями і фібробетоном та розробка рекомендацій для розрахунку міцності зчеплення арматурних стрижнів з фібробетоном та довжини анкерування стрижнів у фібробетоні.

**Об'єктом дослідження** є зразки з фібробетону різної міцності з різним вмістом сталевієї фібри із замоноличеними в них на різну довжину арматурних стрижнів різного діаметру, а **предметом дослідження** – анкерування стрижневої арматури періодичного профілю у фібробетоні.

**Достовірність та обґрунтованість** представлених результатів, запропонованих основних висновків забезпечена використанням методів математичного планування, методу прямого експерименту, методу прямого заміру переміщень прогиномірами та індикаторами для визначення деформацій та прогинів, статистичного аналізу даних експериментальних досліджень та порівняльного аналізу збіжності теоретичних даних і даних, отриманих експериментальним шляхом.

**Повнота викладу в опублікованих працях.** Основні результати дисертаційної роботи автором доповідалися і обговорювалися на I, II, IV та V Міжнародних науково-технічних конференціях «Ефективні технології і конструкції в будівництві та архітектура села» (м. Дубляни, 2018, 2019, 2021, 2022 рр.); XX і XXIII Міжнародних науково-практичних форумах «Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій» (м. Львів, ЛНУП, 2019, 2022 рр.). Результати роботи доповідались на засіданні кафедри будівельних конструкцій та науковому семінарі факультету будівництва та архітектури ЛНУП.

Основний зміст дисертаційної роботи викладений у 6 наукових публікаціях у спеціалізованих фахових виданнях, внесених до переліку ВАК



України, три з яких – у виданнях, що індексуються міжнародною наукометричною базою Index Copernicus.

Всі основні результати дисертаційної роботи автором отримані самостійно. Участь автора у спільних публікаціях відображена в переліку опублікованих робіт. Зміст дисертаційної роботи достатньо повно відображений в анотації.

Дисертаційна робота складається із анотації, вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та трьох додатків. Дисертаційна робота викладена на 191 сторінці.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність і новизна. Відсутність порушень академічної доброчесності.** Дисертаційна робота присвячена дослідженню анкерування стрижневої арматури періодичного профілю у фібробетоні.

Наведені в дисертаційній роботі теоретичні обґрунтування та експериментальні дослідження виконані коректно на високому науковому рівні. Всі наукові положення обґрунтовані і графічно проілюстровані. Вірогідність експериментальних результатів підтверджується порівнянням отриманих експериментальних та теоретичних результатів досліджень. Рівень новизни результатів дисертаційної роботи полягає у подальшому розвитку підходу до оцінки граничних напружень зчеплення арматурних стрижнів періодичного профілю із фібробетоном та визначення розрахункової довжини анкерування.

Запозичення, що виявлені у наданій на рецензування роботі, оформлені у відповідному порядку, а саме, містять коректні посилання на дослідження інших авторів і не мають ознак плагиату, що не порушує Закон України «Про авторське право і суміжні права».

Ступінь обґрунтованості наукових положень і висновків дисертанта доцільно розглянути за кожним розділом дисертації окремо.

**У вступі** обґрунтовано вибір теми та актуальність дослідження, сформульовану мету, задачі та методи дослідження, представлено об'єкт та предмет дослідження, вказано наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів, зазначений особистий внесок здобувача та висвітлена апробація результатів досліджень.

**В першому розділі дисертації** автор подає аналіз існуючих методів розрахунку зчеплення арматури з бетоном у залізобетонних конструкціях, вказує основні чинники, які впливають на довжину анкерування. В цьому ж розділі поданий огляд вітчизняних та закордонних досліджень, що стосуються зчеплення стрижневої арматури з бетоном та фібробетоном, висвітлено існуючі методики досліджень. Розділ завершується висновками до розділу та сформульованими метою і завданням досліджень.

**У другому розділі** автором висвітлено обсяг та методики експериментальних досліджень. Розділ вміщує опис дослідних зразків. Детально висвітлено технологію виготовлення зразків та процес і методику проведення експериментальних досліджень: подана схема випробувань та

схема розміщення вимірювальних приладів, описано конструкцію стенду для випробування дослідних зразків. Подано фізико-механічні характеристики застосовуваних під час експерименту матеріалів. Розділ завершується висновками до розділу.

**Третій розділ** дисертаційної роботи містить результати та детальний аналіз експериментальних досліджень призмових зразків. У розділі наведені математичні моделі для визначення напружень у стрижневій арматурі та напружень зчеплення стрижневої арматури з фібробетоном. Розділ добре проілюстрований, результати досліджень представлені у вигляді значної кількості фотографій, таблиць та графіків. Розділ завершується висновками до розділу.

**У четвертому розділі** подані результати та аналіз експериментальних досліджень балкових зразків. Описано процес розвитку зсувів незавантажених кінців стрижнів в процесі експерименту та подано значну кількість експериментальних даних, які були отримані під час дослідження. Розділ містить також і порівняння результатів проведених теоретичних розрахунків за нормативними документами нормальних напружень в арматурі з експериментальними даними дослідження балкових зразків виготовлених з фібробетонів з різним вмістом металевої фібри. Розділ також добре проілюстрований, результати досліджень представлені у вигляді значної кількості таблиць та графіків. У цьому ж розділі приведені пропозиції щодо розрахунку довжини анкерування стрижневої поздовжньої арматури в фібробетоні. В кінці розділу подані висновки до розділу.

Як завершення, в дисертаційній роботі, сформульовано **загальні висновки**, які відображають найважливіші з результатів, отриманих внаслідок проведених експериментально-теоретичних досліджень та контрольних розрахунків, є достатньо обґрунтовані і впливають з тексту, що їм передують.

Слід відмітити, що дисертаційна робота добре проілюстрована, написана технічно грамотно, має цікавий і досить місткий експериментально-теоретичний матеріал. Дисертаційна робота викладена автором державною мовою.

**Список використаних джерел** викладено на 16 сторінках, містить 142 найменування.

**В трьох додатках** представлені: довідки про впровадження результатів дисертаційних наукових досліджень, список опублікованих праць за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації.

**Разом з тим, щодо дисертаційної роботи є такі зауваження:**

1. На основі яких міркувань для армування дослідних зразків застосовувалась арматура саме класу A500C та сталева фібра із загнутими кінцями типу HE1050?
2. Велике значення для міцнісних характеристик бетону має однорідність бетонної суміші. Яким чином в процесі виготовлення дослідних зразків забезпечувалась та контролювалась рівномірність розподілу фібри в масиві бетонної суміші?



3. Які критерії вплинули на застосування фібробетонних зразків саме з таким вмістом фібри (стор. 44)?

4. З яких міркувань було прийнято віддаль, що дорівнює 53 мм, від центру арматурного стрижня балкових зразків до нижньої грані зразка (стор. 59, рис. 2.6).

5. Яким чином були визначені механічні характеристики арматурних стрижнів діаметром 10 мм занесені в табл. 2.6 на стор. 55, адже в тексті дисертації на стор. 55 та 82 згадується, що випробовували на розтяг лише арматурні стрижні діаметром 8 та 12 мм.

6. Чи запропонований алгоритм визначення розрахункової довжини анкерування поздовжньої розтягнутої арматури згинаних фібробетонних елементів (стор. 165-166) можна використовувати для арматурних стрижнів різних діаметрів та класів, чи лише для арматурних стрижнів зазначених у дисертаційній роботі?

7. Для кращого сприйняття в тексті дисертації було б доцільно давати більш детальні пояснення, які зразки розглядаються, а не подавати лише шифри зразків (стор. 49, 69, 71...81, 134, 161...163, 167).

Вказані вище зауваження не знижують як теоретичного, так і практичного значення дисертаційної роботи, не мають характеру принципового заперечення, а спрямовані лише на покращення змісту формулювань та сприйняття тексту і можуть бути враховані при проведенні подальших експериментально-теоретичних досліджень за даною тематикою.

**Висновок щодо відповідності дисертаційної роботи вимогам МОН України.**

Дисертація Мазурака Р.А. є цілісною, завершеною науковою працею, в якій вирішено науково-прикладне завдання дослідження анкерування стрижневої арматури у фібробетоні. Дослідження проведено на високому науковому рівні, дисертацію та анотацію оформлено згідно з існуючими вимогами «Порядку присудження наукових ступенів».

Оцінюючи роботу в цілому, вважаю, що за актуальністю і новизною, обсягом проведених досліджень та їх науковим рівнем, теоретичною і прикладною значущістю отриманих результатів, повнотою їх опублікування у фахових виданнях дисертація «Анкерування стрижневої арматури у фібробетоні» відповідає всім вимогам до кандидатських дисертацій, а її автор, **Мазурак Ростислав Андрійович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія.**

Рецензент, кандидат технічних наук,  
доцент, завідувач кафедри технології та  
організації будівництва Львівського  
національного університету природокористування

 Ю.Є. Фамуляк

Підпис к.т.н., доцента Фамуляка Ю.Є. засвідчую:

Головний учений секретар АНУП, к.т.н.



 Н.Є. Стойко