

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента, доктора технічних наук, доцента Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Гарькавої Ольги Вікторівни

на дисертаційну роботу Пенц Марини Володимирівни

на тему «Міцність кам'яної кладки при стискові»,

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Актуальність теми дисертаційної роботи. Дослідження закономірностей роботи кам'яної кладки при стиску належить до числа наукових задач, які зберігають свою актуальність попри значний обсяг проведених у цій сфері досліджень. Це пов'язано з тим, що поведінка кладки визначається спільною роботою каменю та розчину, неоднорідністю її структури, а також впливом геометричних параметрів конструкції й умов прикладання навантаження, що істотно ускладнює створення універсальних розрахункових моделей.

Особливий інтерес у цьому контексті становлять питання експериментального визначення міцності кам'яної кладки при осьовому стиску та оцінювання її опору місцевому стиску. Незважаючи на наявність нормативних методик і значної кількості експериментальних даних, дотепер не сформовано єдиного підходу до вибору геометричних параметрів дослідних зразків, а також до врахування впливу місцевої передачі навантаження на несучу здатність конструкцій. Це свідчить про необхідність подальшого розвитку як експериментальних, так і розрахункових методів дослідження міцності кам'яної кладки.

Дисертаційна робота Пенц Марини Володимирівни спрямована на комплексне вирішення зазначених питань шляхом поєднання експериментальних досліджень, теоретичного аналізу та чисельного моделювання. Такий підхід дозволив отримати нові наукові результати та сформулювати практичні рекомендації щодо визначення міцності кам'яної кладки при осьовому та

місцевому стиску, що свідчить про актуальність і практичне значення виконаного дослідження.

Зв'язок роботи з науковими програмами. Дисертація виконана в рамках науково-дослідницької програми кафедри будівельних конструкцій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» «Дослідження і розроблення інженерних методів розрахунку опору руйнуванню й деформуванню бетонних і залізобетонних, кам'яних та армокам'яних елементів, що зазнають неоднорідний напружено-деформований стан при різному характері навантаження і впливів» (номер державної реєстрації 0117U003248) та в рамках науково-технічної роботи «Ресурсоощадні технології прискореного відновлення пошкоджених будівель із влаштуванням захисних споруд цивільного захисту», яка фінансується за рахунок коштів державного бюджету України (№109/25; 0125U000895).

Аналіз змісту дисертації. Дисертаційна робота Пенц Марини Володимирівни викладена на 148 сторінках, із яких 118 сторінок становить основний текст. Робота містить 96 рисунків, 24 таблиці, список використаних джерел із 134 найменувань та один додаток. Структура дисертації є логічною й відповідає поставленим меті та завданням дослідження. Матеріал викладено послідовно, а кожний наступний розділ ґрунтується на результатах попереднього.

У **вступі** (5 сторінок) авторкою аргументовано вибір теми дослідження, визначено її мету, сформульовано завдання, об'єкт і предмет дослідження, наведено використані методи, розкрито наукову новизну та практичне значення отриманих результатів. Також наведено відомості про апробацію результатів дослідження та особистий внесок здобувачки.

Розділ 1 «Аналітичний огляд літератури з питань міцності кам'яної кладки при стиску» (30 сторінок) присвячено критичному аналізу сучасного стану досліджень у сфері кам'яних конструкцій. Авторкою досліджено результати експериментальних і теоретичних досліджень щодо визначення міцності кам'яної кладки при осьовому стиску, проаналізовано вплив міцності цегли та розчину, геометричних параметрів зразків і конструктивних особливостей кладки на її міцність. Важливим результатом розділу є узагальнення існуючих

підходів до оцінювання міцності кладки при місцевому стиску та встановлення відсутності єдиного підходу як до вибору еталонних дослідних зразків, так і до розрахунку конструкцій при місцевому прикладанні навантаження. На підставі проведеного аналізу авторкою обґрунтовано напрями подальших досліджень, що стали основою виконаної дисертаційної роботи.

Розділ 2 «Методика проведення експериментальних досліджень» (13 сторінок) містить детальний опис програми експериментальних випробувань. Для визначення впливу геометричних параметрів дослідних зразків на міцність кладки при осьовому стиску було виготовлено три кам'яні стовпи, три серії цегляних призм, а також фрагмент стіни. Для дослідження аналізу руйнування та величини граничного навантаження при місцевому стиску було виготовлено дві цегляні стінки із використанням п'яти варіантів навантажувальних площадок, розташованих поблизу лицьової грані стіни. Методика експерименту передбачала визначення фізико-механічних характеристик цегли та будівельного розчину, проведення випробувань зразків до руйнування та вимірювання поздовжніх деформацій. Наведений опис експериментальної бази є достатньо повним і забезпечує можливість відтворення виконаних досліджень.

У **розділі 3** «Результати та аналіз експериментальних досліджень» (19 сторінок) наведено результати випробувань дослідних зразків та виконано їх комплексний аналіз. За результатами досліджень встановлено закономірності впливу геометричних параметрів дослідних елементів на міцність кладки при осьовому стиску. За результатами випробувань на місцевий стиск досліджено вплив розмірів навантажувальної площадки та її положення відносно грані стіни на несучу здатність конструкції. Встановлено механізм руйнування кладки, який характеризується формуванням ущільненого ядра під штампом із подальшим розвитком вертикальних тріщин розколювання. Отримані експериментальні результати стали основою для побудови теоретичних моделей, розроблених у наступному розділі.

В **розділі 4** «Розв'язання задач міцності кам'яної кладки при місцевому стиску варіаційним методом» (27 сторінок) запропоновано визначення несучої здатності кам'яної кладки на основі варіаційного методу в межах теорії

пластичності. Авторкою розроблені кінематичні схеми руйнування для випадків дії прямокутного та смугового штампів і отримано аналітичні залежності для визначення граничного навантаження з урахуванням міцності матеріалів кладки та співвідношення геометричних параметрів конструкції й навантажувальної площадки.

Розділ 5 «Чисельне моделювання дослідних зразків зі кам'яної кладки» (21 сторінка) присвячено порівнянню експериментальних і теоретичних результатів з даними чисельного моделювання роботи кам'яної кладки при стиску. Виконано зіставлення результатів експериментальних досліджень з даними нормативного розрахунку, варіаційного методу та методу скінченних елементів. На підставі проведених досліджень сформульовано рекомендації щодо практичного використання запропонованої методики визначення опору кам'яної кладки при місцевому стиску та визначено межі її застосування.

У загальних висновках (3 сторінки) авторка наводить підсумки роботи.

У додатку розміщені довідки про впровадження результатів дисертаційної роботи.

Представлена дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, у якому поставлені завдання вирішуються послідовно й обґрунтовано. Це свідчить про належний рівень наукової підготовки здобувачки, її здатність ефективно поєднувати результати експериментальних досліджень, аналітичних розрахунків і чисельного моделювання для досягнення поставленої мети.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації. Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертації, є достатньо аргументованими та ґрунтуються на послідовній системі взаємопов'язаних досліджень. Викладений у роботі матеріал характеризується логікою, а кожне зі сформульованих положень підтверджується відповідними результатами експериментальних досліджень, теоретичних розрахунків або чисельного моделювання.

Позитивним є те, що авторка не обмежилася аналізом експериментальних даних, а здійснила їх комплексну перевірку із застосуванням різних розрахункових підходів. Проведене зіставлення експериментальних результатів,

даних аналітичного розрахунку, виконаного варіаційним методом, та результатів чисельного моделювання забезпечило верифікацію запропонованих рішень і дозволило обґрунтовано оцінити межі їх застосування.

Важливо також відзначити, що сформульовані рекомендації не мають декларативного характеру, а безпосередньо впливають із результатів виконаних досліджень. Це стосується як обґрунтування вибору найбільш репрезентативних дослідних зразків для визначення міцності кам'яної кладки при осьовому стиску, так і запропонованої методики оцінювання її опору при місцевому стиску. Наведене дає підстави вважати наукові положення, висновки та рекомендації дисертаційної роботи достатньо обґрунтованими, достовірними та такими, що мають наукову та практичну цінність.

Наукова новизна полягає у тому, що:

- отримано нові експериментальні дані щодо характеру руйнування та значень граничних навантажень: цегляних стовпів, призм та стінки при осьовому стиску; кам'яної кладки в умовах об'ємного напруженого стану при місцевому стиску стін;
- розв'язано задачу визначення міцності кам'яної кладки за умов місцевого стиску із застосуванням варіаційного підходу в межах теорії пластичності та моделювання методом скінчених елементів.

Повнота відображення результатів дослідження в опублікованих наукових працях. Результати дисертаційного дослідження отримали належне висвітлення у наукових публікаціях авторки та пройшли достатню апробацію в науковому середовищі. Основні положення роботи опубліковано у 16 наукових працях, серед яких 2 статті у виданнях, що індексуються в наукометричній базі даних Scopus, 5 статей у фахових наукових виданнях України та 9 публікацій у матеріалах міжнародних і всеукраїнських науково-практичних конференцій.

Значущість результатів дисертаційного дослідження для науки і практики. Наукове значення дисертаційної роботи полягає у подальшому розвитку підходів до визначення міцності кам'яної кладки при осьовому та місцевому стиску, а також у вдосконаленні методичних засад оцінювання її несучої здатності. Отримані результати доповнюють сучасні уявлення про закономірності роботи кам'яної кладки за різних схем навантаження та можуть

бути використані як основа для подальших наукових досліджень у сфері кам'яних конструкцій.

Практична цінність отриманих результатів визначається можливістю застосування запропонованих рекомендацій під час експериментального визначення міцності кам'яної кладки, оцінювання несучої здатності існуючих конструкцій і виконання інженерних розрахунків при проєктуванні нових будівель та споруд. Запропоновані авторкою підходи можуть бути корисними також у процесі вдосконалення нормативних документів у сфері проєктування кам'яних конструкцій.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності. Дисертаційна робота виконана відповідно до принципів академічної доброчесності. Авторкою забезпечено належний рівень наукової коректності під час використання літературних джерел, а всі положення, запозичені з праць інших дослідників, супроводжуються відповідними посиланнями.

Представлені у дисертації результати мають ознаки самостійно виконаного дослідження, узгоджуються з опублікованими науковими працями здобувачки та відповідають задекларованому особистому внеску. Під час ознайомлення з дисертацією не виявлено фактів, які могли б свідчити про порушення вимог академічної доброчесності, зокрема щодо академічного плагіату, самоплагіату, фабрикації або фальсифікації наукових результатів.

Відповідність дисертації встановленим вимогам. За своїм змістом, рівнем виконання та характером отриманих результатів дисертаційна робота Пенц Марини Володимирівни відповідає вимогам, що висуваються до кваліфікаційних наукових праць на здобуття ступеня доктора філософії. Робота вирізняється цілісністю, завершеністю, належним науково-методичним рівнем і містить результати, які мають наукову новизну та практичне значення.

Дисертацію оформлено відповідно до чинних нормативних вимог, вона відповідає встановленим критеріям щодо структури, змістового наповнення, обсягу, апробації та публікації результатів дослідження. Стиль викладення матеріалу є послідовним, науково виваженим і відповідає вимогам до дисертаційних робіт.

Зауваження та побажання за роботою:

1. Висновки за розділом 2 (с. 60) дуже короткі (3 пункти) та не розкривають зміст розділу.
2. Висновок 2 за розділом 3 (с. 80) щодо форми та розмірів дослідного зразка для визначення міцності кладки при осьовому стиску недостатньо обґрунтований у тексті розділу.
3. У тексті розділу 4 бракує пояснення всіх величин, що входять у функціонал (с. 82).
4. У розділі 4 не вистачає пояснень щодо процесу визначення граничного навантаження в надбудові «Пошук рішення» Excel. Зокрема, яка умова пошуку та які обмеження.
5. В таблицях 4.2 – 4.10 та на рисунках 4.9 – 4.14 наведено значну кількість обрахованих значень міцності кладки при місцевому стиску. Між тим, жодних практичних рекомендацій щодо застосування цих даних не запропоновано.
6. Не зрозуміло, з якою метою розроблено пункт 4.3 (с. 103 – 106), адже у висновках до розділу 4 не має згадки про такий варіант місцевого стиску кам'яної кладки. Відсутні також експериментальні дані для цього випадку.
7. Висновок 4 (с. 107) до розділу 4 свідчить, що «Запропоновано методику визначення опору кладки при місцевому стиску», але сама методика не викладена в тексті розділу 4.
8. В тексті розділу 5 (с. 124) наведено приклад розрахунку несучої здатності дослідного зразка Ст(м)-1-1 за ДБН В.2.6-162:2010, натомість не наведено прикладу розрахунку за методикою, про яку йшлося у висновку 4 до розділу 4.
9. В тексті дисертації зустрічаються незрозумілі терміни, котрі потребують заміни або додаткового пояснення, наприклад, «прямокутне навантаження», «центральне місцеве стиснення», «горизонтальний розтяг».
10. В тексті дисертації не наведено ніякої інформації про практичне впровадження результатів досліджень, на яке вказують довідки, наведені в додатку А (с. 146 – 147).

Загальний висновок. Виконане дисертаційне дослідження є відмітним внеском у розвиток наукових підходів до оцінювання міцності кам'яної кладки при стиску. Запропоновані авторкою рішення базуються на комплексному поєднанні експериментальних досліджень, аналітичного розв'язання задач і чисельного моделювання, що забезпечило належний рівень достовірності

отриманих результатів та їх практичну цінність.

Представлена робота характеризується цілісністю, логічністю побудови, завершеністю та належним рівнем наукової аргументації. Отримані результати мають наукове значення для розвитку теорії кам'яних конструкцій та прикладне значення для вдосконалення методів експериментального визначення міцності кладки і теоретичного її оцінювання при місцевому стиску.

З огляду на викладене, вважаю, що дисертаційна робота Пенц Марини Володимирівни відповідає 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 авторка, Пенц Марина Володимирівна, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Офіційний рецензент

доктор технічних наук, доцент,

в.о. завідувача кафедри будівельних конструкцій

Національного університету «Полтавська

політехніка імені Юрія Кондратюка»



Ольга ГАРЬКАВА