

Голові разової спеціалізованої ради ДФ 41.085.002
в Одеській державній академії
будівництва та архітектури
доктору технічних наук, професору
Карпоку Василю Михайловичу

Відгук

офіційного опонента доктора технічних наук, доцента,
професора кафедри будівництва Національного університету
бюджетних і природокористування України

Яковенка Ігоря Анатолійовича

на дисертаційну роботу **Полянського Костянтина Валерійовича** на тему:
«Напружене-деформований стан та несуча здатність похилих перерізів
пошкоджених залізобетонних балок»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю
192 – будівництво та цивільна інженерія,
галузь знань 19 – архітектура та будівництво

1. Актуальність обраної теми дослідження

Реконструкція будівель та споруд, у першу чергу із залізобетону, є невід'ємною складовою сучасної галузі будівництва. Посилення відповідальних залізобетонних конструкцій, які мають пошкодження та дефекти, є однією з першочергових задач при проведенні реконструкції.

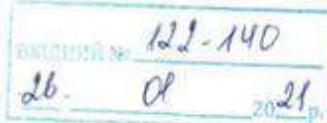
Сучасні будівельні норми та існуючі інженерні методики розрахунку, на жаль не враховують у повній мірі ту значну кількість різноманітних параметрів, від яких залежить майбутня безпечна та надійна експлуатація залізобетонних конструкцій: наявність нормальних, похилих або навіть просторових тріщин, параметри зчеплення арматури з бетоном, кількість робочого та конструктивного армування, наявність пошкоджень і корозії арматури та бетону, тощо.

Представлена до захисту дисертаційна робота Полянського К.В. направлена на визначення дійсного напружене-деформованого стану та залишкової несучої здатності похилих перерізів залізобетонних конструкцій, що згинаються з урахуванням впливу існуючих пошкоджень. Вона є актуальною, має наукове та практичне значення щодо застосування у практиці проектування при проведенні реконструкції або капітального ремонту будівель та споруд.

Слід зазначити, що робота виконувалась за держбюджетною темою «Відновлення працездатності залізобетонних будівельних конструкцій, пошкоджених під час експлуатації та бойових дій» (номер держреєстрації 0119U001208). Це безумовно підтверджує її впровадження та актуальність.

2. Склад і структура дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Полянського Костянтина Валерійовича складається з анотацій (українською та англійською мовами), списку



публікацій здобувача за темою дисертації, змісту, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел із 137 найменувань, шести додатків. Загальний обсяг роботи складає 192 сторінки, з яких 118 сторінок основного тексту, 88 рисунків, 13 таблиць, 17 сторінок списку використаних джерел та 8 сторінок додатків.

3. Аналіз основного змісту роботи, її наукової новизни, ступеня обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

Представлена до захисту дисертаційна робота оформлена згідно з чинними вимогами МОН України, містить усі необхідні складові.

Зміст анотації розкриває основні положення та характеризує зміст дисертаційної роботи.

У вступі обґрунтовано вибір теми дисертаційного дослідження, його актуальність; представлений зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами; наведені мета та задачі дослідження; предмет та об'єкт дослідження; розкриті використані методи дослідження; наукова новизна та практичне значення результатів роботи; особистий внесок здобувача; апробація дисертаційної роботи; публікації здобувача за темою дисертації; структура і обсяг роботи.

У **першому розділі** дисертації представлений стан досліджень залишкової несучої здатності пошкоджених залізобетонних елементів, що зникаються. Обґрунтовано, що значна кількість будівель та споруд експлуатується з пошкодженими конструкціями, що знижує термін експлуатації конструкцій та в подальшому доводить їх до аварійного технічного стану. Встановлено, що в чинних нормативних документах України не міститься чітких рекомендацій щодо визначення залишкової несучої здатності для такого типу конструкцій. Це значно ускладнює вибір ефективного варіанту підсилення та призводить до значного використання ресурсів. Виникнення косого згину спричинене пошкодженнями конструкцій у вигляді сколів бетону, які призводять до зміни напружено-деформованого стану – нейтральна вісь перестає бути паралельною осям балки.

Другий розділ присвячений розробці програми та методики експериментальних досліджень щодо визначення залишкової несучої здатності похилих перерізів пошкоджених залізобетонних балок. Наведено планування експерименту за допомогою комплексу методів математичної статистики, обрані відповідні фактори. Слід зазначити, що прийняті матеріали зразків, технологія їхнього виготовлення, методика випробувань відповідають чинним нормативним документам, що підтверджує достовірність отриманих експериментальних даних.

Третій розділ дисертації описує результати лабораторних досліджень. Визначені фізико-механічні параметри бетону та арматури основних та допоміжних зразків. Проаналізовані отримані дані впливу пошкоджень та прогону зрізу на залишкову несучу здатність, прогини, характер тріщиноутворення, граничну ширину розкриття тріщин, напружено-деформований стан бетону та арматури. Встановлено, що несуча здатність конструкцій зменшується при збільшенні площи пошкоджень та прогону

зрізу; зі збільшенням площини пошкодження зменшується гранична ширина розкриття тріщин. Аналіз дослідних факторів, проведений за допомогою регресійного аналізу показує, що найбільший вплив на граничну поперечну силу чинить прогон зрізу, а кут пошкодження впливає значно меншою мірою як і глибина пошкодження.

Четвертий розділ роботи присвячений чисельному моделюванню роботи дослідних зразків у ПК «Ліра-САПР». При проведенні розрахунку використані фактичні діаграми напруження-деформації для бетону та арматури. Описаний характер руйнування зразків. Виконане співставлення чисельних розрахунків із результатами лабораторних випробувань. Результати співставлення залишкової несучої здатності похилих перерізів пошкоджених балок доводять їхню доцільність, про що свідчить коефіцієнт варіації $v = 10,3\%$ (при абсолютній різниці у межах від 0,1% до 28,1%).

Аналітичні приклади застосування перевірочних розрахунків за запропонованою методикою для пошкоджених зразків Б4 та Б15 наведені у п'ятому розділі дисертації. Представлені результати впровадження запропонованої методики у практику проектування при розробці проектів капітального ремонту будівлі центру позашкільної роботи у м. Краматорськ та головного корпусу з прибудовами ПАТ «ДТЕК ДОБРОПІЛЬСЬКА ЦЗФ» у м. Добропілля, а також у навчальний процес двох ВНЗ України.

Загальні висновки по роботі відображають отримані у процесі дослідження результати, підтверджують поставлені задачі та обґрунтують наведену наукову новизну.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій дисертаційної роботи підтверджується проведеними лабораторними експериментальними дослідженнями, виконаним чисельним моделюванням у ПК «Ліра-САПР» і аналітичними прикладами розрахунків. Виконане співставлення отриманих результатів підтверджується відповідними статистичними параметрами.

Застосування методів початкового планування експерименту дозволило здійснити раціональний вибір та встановити ступінь впливу обраних факторів на залишкову несучу здатність похилих перерізів залізобетонних пошкоджених зразків. Фізико-механічні характеристики бетону визначались шляхом випробування призм та кубів, характеристики арматури – стрижнів у встановленому нормативними документами порядку на відповідному обладнанні. Під час проведення експерименту використовувались тензометричні датчики, механічні прилади для визначення напруженено-деформованого стану бетону та арматури дослідних зразків, мікроскоп – для вимірювання ширини розкриття тріщин, що безумовно, підтверджує його якість проведення.

Наукову новизну дисертаційного дослідження складають:

– отримані нові експериментальні дані напруженено-деформованого стану похилих перерізів залізобетонних конструкцій прямокутного профілю, які працюють на згин, що зазнали пошкодження у процесі експлуатації, та досліджена поведінка їхньої подальшої роботи під дією короткочасного

навантаження;

– вивчено вплив параметрів існуючих змодельованих пошкоджень на залишкову несучу здатність та напружено-деформований стан похилих перерізів залізобетонних дослідних зразків при варіюванні прогонів зрізу;

– уdosконалено нормативну методику розрахунку похилих перерізів залізобетонних прямокутних балкових конструкцій, що згинаються та зазнають косого вигину через утворене механічне пошкодження у процесі експлуатації;

– набула подальшого розвитку нормативна методика розрахунку згинальних залізобетонних конструкцій прямокутного перерізу.

Практичне значення роботи підтверджується відповідними впровадженнями результатів у практику проектування та навчальний процес: при розробці проекту капітального ремонту будівлі центру позашкільної роботи у м. Краматорськ; при розробці проекту ремонту головного корпусу з прибудовами ПАТ «ДТЕК ДОБРОПІЛЬСЬКА ЦЗФ» у м. Добропілля; при підготовці магістрів, які навчаються за спеціальністю 192 – будівництво та цивільна інженерія в Одеській державній академії будівництва та архітектури та Донбаській національній академії будівництва та архітектури. Слід зазначити, що результати отриманих лабораторних досліджень доповнюють наявний експериментальний банк досліджень щодо несучої здатності, деформування та тріщиностійкості залізобетонних балкових конструкцій.

4. Відсутність (наявність) порушення академічної добросесності

Дисертаційна робота не містить порушення академічної добросесності. Текстові та ілюстративні запозичення мають коректність посилань на перводжерела. Використані ідеї, твердження, отримані результати інших досліджень мають відповідні посилання, які представлені у списку використаних джерел.

По дисертаційній роботі є наступні зауваження:

1). У першому розділі роботи досить стисло представлений аналіз праць наукової школи д.т.н., проф. Голишева О.Б. та його послідовників: д.т.н., проф. Колчунова В.І., к.т.н. Масуда Нур Еддіна, к.т.н. Омельченко К.В., к.т.н. Усенка М.В., д.т.н. Яковенка І.А. та ін., які внесли значний вклад у дослідження залізобетонних конструкцій за похилими перерізами, у тому числі посиленими при реконструкції.

2). З проведеного огляду-аналізу наукових джерел не є зрозумілим, яку умову автор приймає у дослідженні в якості критерію утворення тріщин у залізобетонних конструкціях при дії поперечної сили?

3). Редакційні зауваження. У розділі 2 на стор. 58 зазначається «....та 3 бетонних куба розмірами $150 \times 150 \times 150$ мм з того ж замісу, що й балки.», а вже на стор. 63 «....., бетонування зразків-кубів, також, відбувалось в розбірній опалубці розмірами $100 \times 100 \times 100$ мм». Якого розміру були зразки-куби для визначення кубикової міцності важкого бетону?

4). Під час проведення експерименту бажано було б дублювати покази тензорезисторів, розміщених на бетоні шляхом встановлення додаткових механічних пристрій – індикаторів годинникового типу, ціною поділки (0,001

мм). Бажано було б розміщувати тензорезистори не лише у вигляді «ланцюга» (рис. 2.13), але й у вигляді «розетки» під кутом 45° для отримання фактичних дотичних деформацій бетону.

У розділі 2 зазначено, що тензометрична станція використовувалася для фіксування відповідних показів із датчиків та передачі їх до ПК. Яка це саме була станція (максимальний об'єм одночасної передачі показів)?

5). На стор. 78–79 дисертаційної роботи вказується на те, що у процесі випробувань дослідних зразків фіксувався момент утворення тріщин та ширина їхнього розкриття. Не є зрозумілим, де саме вимірювалась ширина розкриття тріщин? Адже тріщини розкриваються за складним профілем і ширина їхнього розкриття на однаковій ступені навантаження у різних місцях профілю є різною. Чи вдалося експериментально зафіксувати координати утворення тріщин на поверхні бетону дослідних зразків?

6). У третьому розділі дисертації на рис. 3.4–3.6, стор. 88–89 представлена графіки залежності « $\sigma_c - \varepsilon_c$ » для відповідних бетонних призм П1, П2, П3. Далі на рис. 3.7 наведені ці ж самі графіки, але розміщені на одному рисунку. Потребує додаткового пояснення крива П3 на рис. 3.7. Чому останній відлік деформацій більш ніж на 30% перевищує інші показники?

7). На стор. 93–97 наведено детальний опис моменту утворення, ширини розкриття тріщин із відповідною вказівкою рівня навантаження на ступені та характер розвитку нормальних і похилих тріщин. Це, безумовно, доповнює наявний банк експериментальних дослідних і надає можливість використання цих результатів у подальшій науковій діяльності. Але позначення ширини розкриття тріщин « a_{crc} » є не за чинними нормативними документами ДБН В.2.6-98:2009 та ДСТУ Б.В.2.6–156:2010.

8). Зі змісту третього розділу не є зрозумілим чи вимірювалися відстані між утвореними тріщинами, і яка кількість рівнів тріщиноутворення спостерігалася у процесі проведення експерименту?

9). У четвертому розділі дисертації бажано було б показати, які фактичні діаграми для бетону « $\sigma_c - \varepsilon_c$ » та для арматури « $\sigma_s - \varepsilon_s$ » було закладено при виконанні чисельного моделювання дослідних зразків. Потребує додаткового пояснення третьї абзац знизу на стор. 136 «Армування елементів задавалось тими ж об'ємними елементами з так званим “розмазаним армуванням”....». Чому армування елементів не задавалось окремими стержнями, наприклад 210 СЕ? Які граничні умови застосувались у запропонованій чисельній моделі?

10). Від яких факторів та параметрів, на думку автора, залежать запропоновані нові геометричні характеристики $h_{damage,ekv}$, A_{damage} та d_{damage} (представлені у формулах (4.10)–(4.17) на стор. 147–148) пошкоджених залізобетонних прямокутних перерізів при дії косого згину? Чи можна буде у подальшому застосувати розроблений алгоритм (або його модифікований варіант) на інший напружено-деформований стан роботи залізобетонних конструкцій (стиск, центральний розтяг, кручення зі згином, тощо)?

11). Бажано було б розширити статистичну вибірку параметрів

залишкової несучої здатності залізобетонних конструкцій за рахунок не лише власних експериментальних досліджень, але й досліджень, проведених іншими авторами.

5. Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях

Основні наукові положення, результати, висновки та практичні рекомендації проведеного дисертаційного дослідження достатньо повно висвітлено у 9 наукових працях, з яких 4 статті у провідних фахових виданнях України (усі індексуються наукометричною базою Index Copernicus), 2 статті у наукових закордонних періодичних виданнях (1 у періодичному науковому виданні Хорватії, 1 – у Республіці Білорусь), 3 тези доповідей у збірниках міжнародних науково-практичних конференцій (1 за кордоном).

6. Ідентичність змісту анотацій та основних положень дисертації

Зміст анотацій українською та англійською мовами є ідентичним до наукових положень дисертаційної роботи, відображає її зміст та досить повно представляє необхідну інформацію щодо отриманих результатів та висновків.

7. Висновок щодо відповідності дисертації встановленим вимогам

Зроблені зауваження не знижують загальної позитивної оцінки роботи і у перспективі можуть бути враховані автором у подальших дослідженнях.

Дисertaційна робота Полянського Костянтина Валерійовича на тему: «Напружене-деформований стан та несуча здатність похилих перерізів пошкоджених залізобетонних балок» є завершеною науковою працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані теоретичні і експериментальні результати, що в сукупності вирішують наукове завдання щодо визначення фактичного напружене-деформованого стану та залишкової несучої здатності похилих перерізів пошкоджених залізобетонних балок для галузі будівництва.

Робота відповідає вимогам наказу МОН України №40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» (зі змінами), «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» (Постанова КМУ від 6.03.2019, №167 із змінами, внесеними згідно з постановою КМУ № 979 від 21.10.2020), а її автор, **Полянський Костянтин Валерійович** заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – будівництво та цивільна інженерія з галузі знань 19 – архітектура та будівництво.

Офіційний опонент,
професор кафедри будівництва
Національного університету
бюджетних ресурсів і природокористування
доктор технічних наук, доцент

I. A. Яковенко



ЛІСТ ЗАСВІДЧУЮ
заступник відділу кадрів
М.В. Михайліченко
29 липня 2020 р.