

Голові разової спеціалізованої  
ради ДФ 41.085.002  
у Одеській державній академії  
будівництва та архітектури  
д.т.н., професору  
Карпюку Василю Михайловичу

## ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора,  
директора інституту будівництва та інженерних систем  
Національного університету «Львівська політехніка»

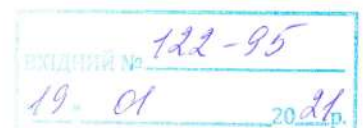
**Бліхарського Зіновія Ярославовича**

на дисертаційну роботу **Полянського Костянтина Валерійовича** на тему:  
**“Напружено-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 теми дослідження.

Дисертація Полянського Костянтина Валерійовича, присвячена дуже важливій і складній проблемі – встановленню реальної роботи пошкоджених залізобетонних балок та визначенню залишкової несучої здатності похилих перерізів таких елементів. Така проблема набуває особливого значення для більшості пошкоджених конструкцій, де виникає необхідність у проведенні ремонту, заміни або їх відновлення. Розв’язання даної проблеми дозволить під час розробки проектних рішень проводити інженерні розрахунки та раціонально обрати обирати спосіб підсилення пошкоджених елементів, що в свою чергу призводить до значного скорочення витрат та зменшення термінів виконання робіт. Тому дослідження впливу пошкоджень напружено-деформований стан та залишкову несучу здатність залізобетонних балок прямокутного перерізу є актуально як із наукової так і з практичної точки зору.

Актуальність теми також підтверджується тим, що вона виконувалась в рамках держбюджетної теми «Відновлення працездатності залізобетонних будівельних конструкцій, пошкоджених під час експлуатації та бойових дій» (№ держреєстрації 0119U001208).



В дисертації достатньо чітко поставлена мета: розробка моделі розрахунку залишкової несучої здатності похилих перерізів пошкоджених залізобетонних балок прямокутного перерізу, що згинаються.

## **2. Склад і структура дисертаційної роботи.**

Кваліфікаційна наукова праця **Полянського К. В.**, складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел (137 найменувань) та додатків, містить 88 рисунків і 13 таблиць. Загальний обсяг роботи складає 192 сторінок, у тому числі 118 сторінок основної частини та 6 додатків на 8 сторінках.

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

Оформлення дисертаційної роботи відповідає встановленим вимогам.

У **вступі** до дисертації обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету і завдання досліджень, викладено наукову новизну та практичне значення результатів роботи, особистий внесок здобувача, наведені дані щодо апробації.

У **першому розділі** автор досить ретельно проаналізував стан проблеми і показав, що конструкції в процесі експлуатації можуть зазнавати пошкоджень, а вони значно впливають на роботу конструкції та призводять до змін напружено-деформованого стану, зменшення несучої здатності. Був проведений огляд проведених досліджень несучої здатності похилих перерізів та існуючих методик розрахунку. Встановлено, що це питання для пошкоджених елементів вивчене не достатньо, а в чинних нормативних документах відсутні вказівки як розраховувати такі конструкції. Відзначено, що висота пошкодження, кут нахилу пошкодження та відносний прогін зрізу можуть значний вплив на досліджувану проблему та обрано їх в якості дослідних факторів.

### Зауваження до анотації розділу 1:

- в задачах досліджень згадується «косий згин», однак в науковій новизні та п. 3 розділу 1 «косий вигин» - не зрозуміло чи йдеться про одне й теж явище чи різні;
- в огляді літературних джерел проаналізовано не всіх авторів, які внесли значний вклад в дослідження поперечної сили, зокрема проф. Клімов Ю.А. та ін.

У **другому розділі** описано програму та методику проведення досліджень і обладнання для проведення лабораторних досліджень. Наведена загальна послідовність проведення досліджень.

### Зауваження до розділу 2:

- на с. 58, 65-66 вказано, що для визначення характеристик бетону випробовувалися куби та призми, однак згідно ДСТУ Б.В.2.7-214:2009 необхідно випробовувати ще циліндри;

- на с. 61 на рис. 2.3 показано розташування тензодатчиків по одному на кожному хомуті, однак напруження по довжині хомути під час роботи можуть змінюватися і бути різними по висоті, про що і частково в подальшому відмічено в роботі. В зв'язку з цим тензодатчики доцільно було клеїти по всій висоті. Крім цього на рис. 2.4 показано, що для захисту тензодатчиків хомути по висоті ізолювались стрічкою, що виключає зчеплення арматури хомутів з бетоном і змінює їх роботу;
- на с. 79 подано критерії руйнування «...неспроможність сприймати подальше збільшення навантаження або неможливість підтримувати на стабільному рівні показники стрілки манометру масляної станції...», який не відповідає критерію вичерпання несучої здатності згідно ДБН В.2.6-98:2009 норм - досягнення деформацій арматури чи бетону їх граничних значень.

**Третій розділ** дисертації присвячений експериментальним дослідженням впливу дослідних факторів на напружено-деформований стан та несучу здатність зразків. Встановлені фізико-механічні характеристики бетону і арматури з яких виготовлені дослідні зразки.

В ході аналізу встановлено, що несуча здатність зменшується при збільшенні площі пошкоджень та прогону зрізу. Відзначено, що зі збільшенням площі пошкодження зменшується гранична ширина розкриття тріщини та те, що видимі тріщини у неушкодженій грані з'являються на ступінь або декілька ступенів раніше. Пошкодження і збільшення їх площі призводять до зменшення граничних прогинів.

Виявлено, що відбувається зміна напружено деформованого стану бетону – відбувається нахил нейтральної осі майже паралельно фронту пошкоджень.

Зазначається, аналіз дослідних факторів вказує на те, що найбільший вплив на граничну поперечну силу чинить відносний прогін зрізу, а глибина і кут пошкодження чинять вплив меншою мірою.

#### Зауваження до розділу 3:

- на с. 91 змінено критерій руйнування «...досягнення одного із факторів: значні деформації бетону та (або) арматури, надмірна ширина розкриття тріщин, надмірні прогини балки та значний спад і подальша неможливість підтримувати покази манометру...», який ближчий до норм, однак теж не відповідає їх вимогам, а в цілому не зрозуміло чому змінили цей критерій;
- в розділі не описано характеру вичерпання несучої здатності дослідних балок, хоча на фотографіях видно, що він був різний – в окремих балках помітне роздроблення бетону стиснутої зони в вершині похилої тріщини, в інших балках руйнування відрізняється. Доцільно було проаналізувати руйнування балок за схемами, поданими на с. 26 рис. 1.2;

- подані на с. 110-118 та с. 121-129 графіки деформацій бетону та арматури займають багато об'єму роботи і їх доцільно було б винести в додатки, а в тексті дисертації більше уваги приділити характеру розвитку деформацій в арматурі та бетоні, при цьому, як видно з графіків деформації бетону окремих хомутів були близькі або перевищували граничні значення, що відповідає критерію вичерпання несучої здатності згідно норм.

У **четвертому розділі** проведено чисельне моделювання роботи дослідних зразків. Відзначається, що дані несучої здатності та напружено-деформованого стану показали гарну збіжність з лабораторними дослідженнями (коефіцієнт варіації  $v = 14,8\%$ ), проте є деякі розбіжності в характері руйнування та даних напружень поперечної арматури в окремих зразках.

В розділі наведено розроблену методику (на основі нормативної) з визначення залишкової несучої здатності похилих перерізів пошкоджених елементів. Запропонована автором методика показала гарну збіжність порівняно з отриманими даними лабораторних досліджень про що свідчить коефіцієнт варіації  $v = 10,3\%$ .

#### Зауваження до розділу 4:

- на с. 135 прийнято ще інший критерій руйнування «...досягнення одного або декількох факторів, а саме: досягнення напружень в повздовжній або поперечній арматурі граничних значень межі текучості визначеної за результатами випробування контрольних зразків стрижнів, досягнення в значимій кількості кінцевих елементів напружень стиснутого бетону (над вершиною похилої тріщини та/або на опорі) граничних значень визначених за результатами випробування контрольних зразків бетонних призм, досягнення надвеликих прогинів...», який оперує напруженнями в бетоні та арматурі, а не деформаціями згідно норм. Однак не зрозуміло навіщо приймати третій критерій руйнування, а не оперувати нормами;
- в розділі подано значну кількість формул, однак не зрозуміло, що належить автору;
- на с. 144 рис. 4.6 подано графік залежності впливу прольоту зрізу на несучу здатність балок, очевидно на підставі виконаних розрахунків, однак відсутнє порівняння з експериментальними даними і як вони узгоджуються;
- в матеріалах розділу не вказано як в розрахункових апаратах враховано «косий згин», про який раніше вказував автор і який очевидно має місце при нерівномірному пошкодженні стиснутої зони.

У **п'ятому розділі** наведено приклади застосування розрахунку пошкоджених елементів згідно запропонованої методики (дослідні зразки Б4 та Б15).

Також в розділі зазначені дані про впровадження проведених досліджень та отриманих результатів. Впровадження виконане в навчальний процес в Одеській державній академії будівництва та архітектури, а також в Донбаській національній академії будівництва та архітектури. Впровадження відбулось також і в практику проектування, зокрема при проекті капітального ремонту Центра позашкільної роботи у м. Краматорськ, а також проект капітального ремонту головного корпусу Добропільської ЦЗФ у м. Добропілля.

Загальні висновки в загальному відображають отримані при виконанні дисертаційної роботи результати, однак не згаданий вплив «косого згину», який є в задачах досліджень та науковій новизні.

**Наукова новизна роботи** полягає в тому, що було отримано нові дані з поведінки роботи пошкоджених залізобетонних балок. Досліджено вплив відносного прогону зрізу та параметрів пошкодження, зокрема глибини та куту нахилу пошкодження і встановлена ступінь впливу цих пошкоджень на напружено-деформований стан та залишкову несучу здатність похилих перерізів.

В роботі на основі нормативного методу запропонована методика з визначення залишкової несучої здатності похилих перерізів пошкоджених залізобетонних балок прямокутного перерізу.

**Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій** підтверджується значним експериментальним матеріалом, отриманим за допомогою сучасних фізико-механічних методів досліджень, що включають тензометрію та мікроскопію, чисельних методів досліджень. Фізико-механічні властивості бетону та арматурних стрижнів визначалися відповідно до чинних діючих нормативних документів та стандартів на повіреному обладнанні. З отриманими даними проведено порівняння, аналіз та статистична обробка. Вибір та встановлення ступеню впливу факторів на несучу здатність похилих перерізів виконувався із застосуванням методів планування експерименту і експериментально-статистичного моделювання.

#### **4. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності.**

У дисертації відсутні порушення академічної доброчесності. Використання ідей, отриманих результатів досліджень, а також текстів інших авторів мають посилання на відповідні джерела.

#### **5. Повнота викладення результатів в опублікованих працях.**

Основні результати, наукові положення, висновки та рекомендації достатньо повно відображено у 9 наукових працях, з яких 4 статей у фахових виданнях України (4 індексуються наукометричною базою Index Copernicus), 2 статті у наукових періодичних виданнях інших держав (1 у періодичному науковому виданні держави, що входить до Європейського Союзу), 3 тези доповідей у збірниках наукових конференцій (1 за кордоном).

Праці Полянського К. В. відповідають п.11 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 року №176. Наведені у роботі дослідження пройшли апробацію на конференціях та семінарах різного рівня, де доповідались основні положення та результати досліджень. Таким чином, повноту публікацій та апробацію роботи можна вважати достатньою.

#### **6. Ідентичність змісту анотацій та основних положень дисертації**

Зміст анотацій українською та англійською мовами відображає зміст дисертації та досить повно висвітлює її основні результати та висновки.

#### **7. Висновок.**

Підсумовуючи критичний розгляд дисертаційної роботи Полянського Костянтина Валерійовича “Напружено-деформований стан та несуча здатність похилих перерізів пошкоджених залізобетонних балок”, вона може бути охарактеризована як завершена праця, що містить нові наукові результати, які в комплексі вирішують актуальну науково-прикладну проблему встановлення фактичного напружено-деформованого стану та визначення залишкової несучої здатності похилих перерізів пошкоджених залізобетонних балок.

За своїм змістом, актуальністю досліджень, науковою новизною, ступенем обґрунтованості наукових положень, їх достовірністю та практичним значенням дисертація «**Напружено-деформований стан та несуча здатність похилих перерізів пошкоджених залізобетонних балок**» 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 Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. №167), а її автор Полянський К. В. заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, галузь знань 19 Архітектура та будівництво.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук,  
професор, директор інституту  
будівництва та інженерних систем  
Національного університету  
«Львівська політехніка»,  
лауреат Державної премії України



З. Я. Бліхарський

Підпис проф. Бліхарського З. Я. засвідчую.

Вчений секретар НУ "Львівська політехніка"

Р.Б.Брилинський