

Міністерство освіти і науки України

Національна академія наук України

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

**«АКАДЕМІЧНА Й УНІВЕРСИТЕТСЬКА НАУКА:
РЕЗУЛЬТАТИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ»,
присвячена 90-річчю Національного університету
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»**

Збірник наукових праць
за матеріалами

**XII Міжнародної
науково-практичної конференції**

6 грудня 2019 року

Полтава 2019

УДК 624.012

*Павліков А.М., д.т.н., професор
ORCID: 0000-0002-5654-5849, e-mail: am.pavlikov@gmail.com*

*Гарькава О.В., к.т.н., доцент
ORCID: 0000-0003-2214-3128, e-mail: olga-boiko@ukr.net*

*Гасенко А.В., к.т.н., доцент
ORCID: 0000-0003-1045-8077, e-mail: gasentk@gmail.com*

*Андрієць К.І., студентка групи 401-Б
e-mail: kate.andriec@gmail.com*

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ МІЦНОСТІ КОСОЗІГНУТИХ БАЛОК ЗА СПРОЩЕНОЮ ДЕФОРМАЦІЙНОЮ МОДЕЛЛЮ

***Анотація.** Представлено порівняння даних експериментів і результатів розрахунку міцності косозігнутих залізобетонних балок за спрощеною деформаційною моделлю. На основі здійсненого порівняльного аналізу підтверджено можливість та доцільність застосування розробленої методики розрахунку в інженерній практиці.*

***Ключові слова:** залізобетон; балка; косий згин, міцність, розрахунок.*

UDC 624.012

*Pavlikov A.M., Sc.D., professor,
ORCID: 0000-0002-5654-5849, e-mail: am.pavlikov@gmail.com*

*Harkava O.V., Ph.D., associate professor
ORCID: 0000-0003-2214-3128, e-mail: olga-boiko@ukr.net*

*Hasenko A.V., Ph.D., associate professor
ORCID: 0000-0003-1045-8077, e-mail: gasentk@gmail.com*

*Andriets K.I., student group 401-B
e-mail: kate.andriec@gmail.com*

National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»

THE RESULTS OF THE STRENGTH ANALYSIS OF BIAXIALLY BENDED BEAMS BY SIMPLIFIED DEFORMATION MODEL

***Abstract.** Comparison of experimental data and the results of the strength analysis of the biaxially bended reinforced concrete beams according to the simplified deformation model is presented. On the basis of the performed comparative analysis the possibility and advisability of application of the developed strength analysis method in engineering practice is confirmed.*

***Keywords:** reinforced concrete; beam; biaxial bending; strength; calculation.*

Вступ. Косого згинання зазнають як окремі елементи, наприклад, залізобетонні прогони, підкранові балки, горизонтальні елементи фахверків, елементи оболонок, мостів, сходових маршів і підземних споруд, ригелі транспортних галерей та естакад, фундаментні та обв'язувальні балки, стінові панелі та багато інших, так і цілі просторові системи будівель та споруд [1].

Складних деформацій тією чи іншою мірою зазнають усі згинальні елементи, оскільки вони виникають не тільки від складного силового завантаження, але також і від інших за походженням впливів: нерівномірного розподілення температурних деформацій, технологічних неточностей при виготовленні та монтажі конструкцій, механічних пошкоджень та змін перерізів в ході реконструкцій будівель і споруд як в цілому, так і їх частин зокрема.

Огляд літератури та виділення невирішеної частини. З огляду на вище наведені приклади можна впевнено стверджувати, що практично всі згинальні залізобетонні конструкції зазнають косого згинання. При цьому дуже часто косозігнуті конструкції розраховують на простий вид деформацій – плоский згин в ортогональних головних

площинах інерції. Проектувальники змушені вдаватись до такого спрощення, оскільки розрахунки залізобетонних конструкцій на складні види деформування ще достатньо складні і здійснюються відповідно до рекомендацій норм [2] із застосуванням трудомістких ітераційних методів. Тому, як правило, складний напружено-деформований стан, в якому перебувають протягом експлуатації майже всі будівельні конструкції, приводять до простого. А це, природно, призводить до викривлення дійсного стану роботи конструкції і, як наслідок, до перевитрати матеріалів і навіть – до аварій.

Шляхи вирішення згаданої проблеми розглядалися в роботах [1, 3 – 6] та багатьох інших. Зокрема, в публікації [6] виконано чисельне моделювання роботи косозігнутих залізобетонних балок, а в роботі [1] запропонована інженерна методика розрахунку міцності залізобетонних балок, що працюють в умовах косоного згинання на основі чинних норм [2].

Мета роботи – перевірити розроблену в роботі [1] методику розрахунку міцності косозігнутих залізобетонних балок, розроблену на основі спрощеної деформаційної моделі, шляхом порівняння результатів розрахунку з експериментальними даними.

Основна частина. Для виконання розрахунків міцності косозігнутих балок з різними формами стиснутої зони бетону в публікації [1] застосована спрощена деформаційна модель. Використана модель ґрунтується на загальних нормативних передумовах розрахунку, при цьому для опису розподілу напружень в стиснутій зоні бетону застосовується прямокутна епюра, а в якості критерію міцності приймається деформаційний критерій [2]. При розв'язанні задач з розрахунку міцності залізобетонних елементів, що працюють в умовах косоного згинання також застосована умова про розташування рівнодійних зусиль в стиснутій і розтягнутій зонах нормального перерізу в площині, що паралельна площині дії моменту від зовнішніх сил [1].

Для порівняння були використані результати досліджень зразків залізобетонних балок завдовжки 3 м прямокутного профілю розміром перерізу 160x240 мм з важкого бетону з призмовою міцністю 14 – 25 МПа [4]. В якості робочої арматури розтягнутої зони перерізу дослідних балок використовувалися стрижні класу А400С (Ø25 або 3Ø14 для різних серій). Крім того, для отримання додаткових даних в розтягнутій та стиснутій зонах перерізу встановлювалася конструктивна арматура класу А240С.

Для дослідних балок за методикою [1] обчислені такі параметри напружено-деформованого стану, як: θ – кут нахилу нейтральної лінії; x – висота стиснутої зони бетону та M_β – руйнівний згинальний момент в площині дії зовнішнього навантаження. Порівняння вказаних теоретичних значень з експериментальними наведено в таблиці 1.

Таблиця 1.

Порівняння результатів експерименту з результатами аналітичного розрахунку

Вихідні дані		Експериментальні дані			Розрахунок за [1]		
Шифр зразка	Кут нахилу силової площини β°	$\theta,^\circ$	$x, \text{мм}$	$M_\beta, \text{кНм}$	$\theta,^\circ$	$x, \text{мм}$	$M_\beta, \text{кНм}$
БП-1-2	6,40	0,00	74,71	39,60	0,75	65,80	36,18
БП-1-3	10,00	13,83	80,59	39,15	15,46	88,83	36,18
БП-1-4	13,36	27,09	99,57	38,25	27,03	102,90	35,81
БП-1-5	20,00	46,21	113,09	30,15	47,63	120,82	30,20
БП-2-1	13,36	19,86	132,72	33,30	17,47	139,88	32,41
БП-2-2	20,00	41,84	123,67	32,40	45,15	151,77	28,30
БП-3-2	13,36	25,34	88,57	30,15	24,83	93,01	28,05
БП-3-3	20,00	48,14	106,76	27,45	44,19	106,01	23,64
БП-4-2	6,40	1,41	95,53	42,30	-2,25	95,86	43,23
БП-4-3	10,00	23,02	116,58	44,10	18,54	126,48	43,22
БП-4-4	13,36	33,69	124,81	43,65	33,43	138,43	42,55
БП-4-5	20,00	43,46	141,81	34,65	55,01	167,77	34,89

Висновки. Результати порівняння теоретичних та експериментальних значень параметрів напружено-деформованого стану косозігнутих балок (табл. 1) свідчать про достовірність та доцільність застосування на практиці методики розрахунку міцності косозігнутих залізобетонних балок, розробленої на основі спрощеної деформаційної моделі.

Література

1. Павліков А.М. Залізобетонні конструкції в умовах складного деформування та їх розрахунок / А.М. Павліков, О.В. Гарькава. – Полтава : ПолтНТУ, 2018. – 82 с.
2. Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Загальні правила і правила для споруд: ДСТУ-Н Б EN 1992-1-1:2010. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 312 с.
3. Павліков А.М. Нелінійна модель напружено-деформованого стану косозавантажених залізобетонних елементів у закритичній стадії : монографія / А.М. Павліков. – Полтава, 2007. – 320 с.
4. Бойко О.В. Оцінка міцності навскісно зігнутих балок на основі дволінійних діаграм деформування бетону та арматури: дис.на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.32.01 «Будівельні конструкції, будівлі та споруди» / О.В. Бойко. – Полтава, 2010. – 232 с.
5. Павліков А.М. Розрахунок міцності на косе згинання залізобетонних елементів таврового профілю за спрощеною деформаційною моделлю / А.М. Павліков, О.В. Гарькава, Б.А. Бариляк, Ю.О. Приходько // Збірник наукових праць (ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди). – Рівне : НУВГП, 2018. – Вип. 36. – С. 151–157.
6. Андрієць К.І. Чисельне та аналітичне моделювання роботи залізобетонних балок при косому згинанні / Андрієць К.І., Гарькава О.В., Гасенко А.В. // Збірник матеріалів I Вскраїнської студентської науково-практичної конференції «Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп'ютерних технологій». – Кропивницький: ЦНТУ, 2019. – 144 – 146.