

Міністерство освіти і науки України  
Академія будівництва України  
Національний університет водного господарства та  
природокористування  
Північно-Західне територіальне відділення АБУ

# РЕСУРСОЕКОНОМНІ МАТЕРІАЛИ, КОНСТРУКЦІЇ, БУДІВЛІ ТА СПОРУДИ

Збірник наукових праць

Випуск 36

Видавництво  
"Волинські береги"



Рієне – 2018

Зреструктурований Міністерством юстиції України (свідоцтво КВ 16399-4871 ПР від 02.02.2010).

Включений до переліку наукових фахових видань України (наказ МОН України № 1714 від 28.12.17 р.)

Магірські збірники схвалені на засіданні Вченої ради університету і рекомендовані до видання (протокол № 5 від 31 серпня 2018 р.).

Наведені нові результати фундаментальних та прикладних досліджень в області будівельних матеріалів та технологій їхнього виготовлення, теорії опору елементів будівельних конструкцій зовнішнім впливам, методи їхнього розрахунку. Висвітлені окремі питання розрахунків та підсилення будівельних конструкцій, будівель і споруд.

Призначений для наукових працівників, спеціалістів проєктних організацій і виробничих підприємств будівельної галузі, докторантів, аспірантів та студентів навчальних закладів будівельного напрямку.

#### Редакційна колегія

**Бабич С.М.**, д.т.н., професор – відповідальний редактор (Національний університет водного господарства та природокористування); **Борисюк О.П.**, к.т.н., доцент, відповідальний секретар (Національний університет водного господарства та природокористування); **Азізов Т.Н.**, д.т.н., професор (Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини); **Андрійчук О.В.**, к.т.н., (Львівський національний технічний університет); **Бамбура А.М.**, д.т.н., ст.н.сп. (Державне підприємство “Державний науково-дослідний інститут будівництва та архітектури”); **Білярський З.Я.**, д.т.н., професор (Національний університет “Львівська політехніка”); **Гінінець Б.Г.**, д.т.н., професор (Національний університет “Львівська політехніка”); **Гончаренко Д.Ф.**, д.т.н., професор (Харківський державний технічний університет будівництва і архітектури); **Вонгровська Моніка**, д.т.н., професор (Варшавський університет природничих наук SGGW); **Дворкін Л.И.**, д.т.н., професор (Національний університет водного господарства та природокористування); **Дудар І.Н.**, д.т.н., професор (Вінницький національний технічний університет); **Журавський О.Д.**, к.т.н., доцент (Київський національний університет будівництва і архітектури); **Клименко Є.В.**, д.т.н., професор (Одеська державна академія будівництва і архітектури); **Кнауф Міхал**, д.т.н., професор (Варшавський університет природничих наук SGGW); **Масюк Г.Х.**, к.т.н., професор, (Національний університет водного господарства та природокористування); **Павліков А.М.**, д.т.н., професор (Полтавський національний технічний університет імені Ю. Кондратюка); **Пічугін С.Ф.**, д.т.н., професор (Полтавський національний технічний університет імені Ю. Кондратюка); **Ревінкель Йорг-Петер**, доктор філософії (Вищий навчальний заклад Магдебург-Стендаль, ФРН); **Семенюк С.Д.**, д.т.н., професор (Білорусько-Російський університет, м. Могильов, Республіка Білорусь); **Трач В.М.**, д.т.н., професор (Національний університет водного господарства та природокористування).

*Технічний секретар – Прохонюк Л.С.*

Адреса редакції: 33028, м. Рівне, вул. Соборна, 11, НУВГП

kaf\_ingconst@ukr.net або kaf-rcbis@nuwm.edu.ua

ISSN 2218-1873  
ISBN 978-966-416-598-0

© Національний університет водного господарства та природокористування, 2018  
© Видавництво "Волинські обереги", 2018

## РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ВЯЖУЧІ МАТЕРІАЛИ І БЕТОНИ ТА ЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ВИГОТОВЛЕННЯ

УДК 691.328 (004.2)

### РОЗРАХУНОК СКЛАДІВ ФІБРОБЕТОНІВ ЗА КРИТЕРІЄМ МІНІМАЛЬНОЇ ВАРТОСТІ

#### DESIGN OF FIBER REINFORCED CONCRETE COMPOSITION BASED ON THE MINIMAL COST CRITERION

**Бордюженко О.М.**, к.т.н., доцент, ORCID: 0000-0003-3686-5121, **Дворкін Л.И.**, д.т.н., професор, ORCID: 0000-0001-8759-6318, **Ковальчук Т.В.**, аспірант (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

**Bordiuzhenko O.**, candidate of technical sciences, associate professor, ORCID: 0000-0003-3686-5121, **Dvorkin L.**, doctor of technical sciences, professor, ORCID: 0000-0001-8759-6318, **Kovalchuk T.**, postgraduate (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

Наведено методику і приклад вирішення задачі знаходження оптимального складу фібробетону із заданими показниками якості при мінімальній сумарній його вартості з використанням експериментально-статистичних моделей.

When designing concrete structures, the main criterion for their optimization are usually the minimum cost of cement or the minimum possible cost of concrete. For ordinary concrete, these criterion usually coincide. In both cases it is mandatory to provide a complex of normalized properties of concrete. Modern concrete is a multi-component system, the cost of which individual components can approach or exceed the cost of cement. These concrete can include fiber reinforced concrete. They differ in the presence of three components (cement, fibers and plasticizer), whose contents can vary in a wide range and have a major impact on the total cost of fiber reinforced concrete. The problem of finding the optimal composition of concrete with specified indicators of quality at the lowest total cost of it is quite important for the construction industry. This article provides an example method and solve this problem using experimental and statistical models compressive and flexural strength of steel fiber reinforced concrete at different ages and models superplasticizer required to provide specified performance concrete and concrete mixtures. The calculation method of fiber reinforced concrete composition design takes into account the specific characteristics of the studied materials and relatively easy to optimize the composition by specific

**РОЗРАХУНОК МІЦНОСТІ НА КОСЕ ЗГІНАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТАВРОВОГО ПРОФІЛЮ ЗА СПРОЩЕНОЮ ДЕФОРМАЦІЙНОЮ МОДЕЛЛЮ**

**STRENGTH ANALYSIS OF BIAXIAL BENDED REINFORCED CONCRETE T-SECTION ELEMENTS BY SIMPLIFIED DEFORMATION MODEL**

Павліков А.М., д.т.н., професор, ORCID: 0000-0002-5654-5849, Гарькава О.В., к.т.н., ORCID: 0000-0003-2214-3128, Барилік Б.А. ORCID: 0000-0002-5906-6763, Приходько Ю.О. ORCID: 0000-0001-8039-182X (Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, м. Полтава)

Pavlikov A.M., ScD, Professor, ORCID: 0000-0002-5654-5849, Harkava O.V., PhD, ORCID: 0000-0003-2214-3128, Barylyak B.A. ORCID: 0000-0002-5906-6763, Prykhodko Yu.O. ORCID: 0000-0001-8039-182X (Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University, Poltava)

Розроблена методика розрахунку несучої здатності в нормальному перерізі з при косому згинанні залізобетонних елементів таврового профілю для випадків трапецієподібної форми стиснутої зони бетону. Методика розроблена на основі спрощеної деформативної моделі з рівномірним розподілом напружень в стиснутій зоні бетону та дозволяє виконувати обчислення без застосування чисельних методів.

Reinforced concrete T-shape and I-shape profiles are widely used in the design of various buildings, in particular in residential, civil, industrial and special engineering. Taking into account the phenomenon of biaxial bending when calculating the strength of all bending elements is hampered by the absence of simple and sufficiently precise engineering techniques for calculating the strength of biaxial bended elements corresponding to the requirements of the current normative documents on the design of reinforced concrete structures. In relation to the T-section, the problem is further complicated by the variety of geometric shapes that can be acquired by the compressed area of the section in the case of biaxial bending. Thus, obtaining analytical calculation dependences for each of the forms of the compressed area of concrete will allow to develop a general methodology for calculating the strength of biaxial bended elements, which will include calculation for simpler profiles, in particular, rectangular.

2. Melnyk I.V. Sposib vyhotovlennia pustotnykh betonnykh i zalizobetonnykh vyrobiv. Deklaratsiyniy patent na vynakhid. - Derzhavnyi departament intelektualnoi vlasnosti. Biul. №7-II vid 15.12.2000r.

3. Melnyk I.V. Optymizatsiia zalizobetonnykh konstruktisii z dopomohoiu efektyvnykh vstavok. Zbirnyk naukovykh statei: Problemy teorii i praktyky budivnytstv., tom IV. - Lviv: 1997- s.89-90.

4. Melnyk I.V., Sorokhtei V.M. Konstruktivni rishennia ploskykh monolitykhn zalizobetonnykh perekryttiv z efektyvnyu vstavkamy i eksperymentalne doslidzhennia yikh frammentiv. Resursoekonomni materialy, konstruktisii, budivli ta sporudy: Zbirnyk naukovykh prats, vyp. 14 - Rivne: 2006 r., s. 253-260.

5. Melnyk I.V., Tsygrynuk O.Iu., Sorokhtei V.M. Konstruivannia i doslidzhennia ploskykh monolitykhn perekryttiv z efektyvnyu vstavkamy. Budivelni konstruktisii: Mizhvidomchuy nauk.-tekhn. zb., vyp. 67 - Kyiv, NDIBK: 2007 s. 794...801.

6. Melnyk I.V., Sorokhtei V.M., Yaremko B.V. Monolitni zalizobetonni perekryttia skladnoi konfigurasii v plani. Problemy teorii i praktyky budivnytstva. Visnyk NU "Lvivska politehnika" 2007r. №600- s.230-235.

7. Shrukhter V.S., Klymov Yu.A., Burak N.P. Karkasnye systemy oblehcennoho tyra. Kharkov: Zolotyie strany, 2008. 336 s.

8. Berezhaia E.V., Steblovskyi Y.A. Seriya naturnykh usyrtanyi efektyvnoho zhelezobetonnoho perekryttia. Stroytelstvo, rekonstruktciya u vosstanovlennye zdanyi horodskoho khoziaistva: materialy III Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi ynternet-konferentsy. 2012. S. 237-240.

9. Estafev V. Y. Opyt vnedreniya bolsheproletnykh trekhstoynnykh monolitykhn perekrytyi. Budivelni konstruktisii: 2003. Vyp. 59. S. 241-247.

10. Kudriavtsev A.V. Ustroistva monolitykhn perekrytyi s neyzvlekaemyu pustotoobrazovateliamy dlia umensheniya materialoemkosti konstruktisyy. URL: <http://www.lib.fpu.ru/fulltext/c/2014/C19/V1/043.pdf>.

11. Loskutov Y.S., Hlotov D.A. Zhelezobetonnye ploskye pustotnye plyty perekrytyia. URL: <http://katriel.ru>

12. Luhchenko O.I. Ratsionalni porozhnysti betonni ta zalizobetonni konstruktisii: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. tekhnichnykh nauk: spets. 05.23.01 «Budivelni konstruktisii, budivli ta sporudy». Kharkiv, 2009. 22 s.

13. Tonkacheev H.N., Taran V.V. Tekhnolohichnost konstruktisyy monolitykhn plyt perekrytyi hrazhdanskykh zdanyi. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia. 2008. Vyp. 29. S.381-394.

14. Yuhov A.M., Taran V.V. Efektyvnist zastosuvannia poleshenykh monolitykhn plyt perekryttiv pry rekonstruktisii budivel. Resursoekonomni materialy, konstruktisii, budivli ta sporudy. 2009. Vyp. 18. S. 540-548.

15. Yalovenko V.Y., Sannykov Y. V. Tsylyndricheskye pustooobrazovately dlia pryimeneniy v monolitykhn zhelezobetonnykh plytakh perekrytyi. Budivelni konstruktisii. 2005.

The method of calculating the bearing capacity in the normal section of biaxial bended reinforced concrete T-section elements is developed. The problem of difficulty applying the deformation model in the study of biaxial deformed elements is successfully solved by the introduction of the rectangular stress distribution in a concrete compressed area and deformative criterion of strength. Analytical formulas are derived for the determination of all unknown parameters when calculating for biaxial bending: the neutral axis depth, the angle of inclination of the neutral axis, and the internal bending moment. The method is proposed for calculating beams with a trapezoidal shape of the concrete compressed area, taking into account all provisions of the effective normative documents and, unlike the existing ones, allows performing calculations without the use of numerical methods. The developed method of calculating provides the necessary accuracy of the calculations and can be implemented in the form of an engineering algorithm.

**Ключові слова:** залізобетон, елемент, косозігнутий, міцність, розрахунок, reinforced concrete, element, biaxial bended, strength, calculation.

**Вступ.** Залізобетонні елементи таврового та двотаврового профілів широко застосовуються в практиці проектування будівель різного призначення, зокрема в житловому, цивільному, промисловому та спеціальному інженерному будівництві. Таке широке розповсюдження таврових елементів є цілком обумовленим з точки зору економії матеріалу. Крім того, велика кількість конструюваних складної конфігурації при розрахунку приводиться до елементів таврового перерізу. Отже, при розрахунку та конструюванні залізобетонних конструцій до таврового перерізу звертаються найбільш часто.

У роботах [1 – 2] та багатьох інших нерідко наголошувалось на необхідності врахування явища косоного згинання при розрахунку міцності всіх згинальних елементів подібно до врахування випадкового ексцентриситету при розрахунку на стиск. Впровадження даної пропозиції гальмується відсутністю простих та достатньо точних інженерних методик розрахунку міцності косозігнутих елементів, що відповідають вимогам чинних нормативних документів з проектування залізобетонних конструцій [3]. Відносно таврового перерізу проблема ще більше ускладнюється різноманітними геометричними форм, яких може набувати стиснута зона перерізу при косому згинанні [4]. Таким чином, отримання аналітичних розрахункових залежностей для кожної з форм стиснутої зони бетону дозволить розробити загальну методику розрахунку міцності косозігнутих таврових елементів, яка включатиме розрахунок і для більш простих профілів, зокрема, прямокутного.

**Аналіз останніх досліджень.** У багатьох наукових публікаціях, зокрема в роботах [1 – 2, 4 – 6] та інших, розроблені методи розрахунку несучої

здатності залізобетонних елементів, що зазнають косоного згинання, на основі нелінійної деформаційної моделі. При цьому у працях [4 – 5] вирішуються задачі розрахунку косозігнутих елементів таврового профілю на основі використання дволінійних діаграм деформування бетону й арматури, але викладені пропозиції не приведені до рівня інженерного застосування. Проблеми розрахунку несучої здатності косозігнутих та косостиснутих елементів вирішуються у загальному вигляді для перерізів довільної конфігурації з отворами та без них у роботах зарубіжних вчених [7 – 10], але такий підхід є складним для практичної реалізації, а запропоновані спрощення у вигляді графіків та діаграм є дуже наближеними. Таким чином, є потреба в розробці методики розрахунку залізобетонних елементів таврового профілю на косий згин, що забезпечить необхідну точність обчислень та може бути реалізована у вигляді інженерного алгоритму.

**Постановка мети і задач досліджень.** Розроблення на основі спрощеної деформаційної моделі методики розрахунку міцності косозігнутих залізобетонних елементів у нормальному перерізі, що враховує повною мірою всі положення чинних нормативних документів та є достатньо зручним у практичному застосуванні.

**Методика досліджень.** Розв'язується задача отримання аналітичних залежностей для визначення всіх невідомих параметрів при розрахунку несучої здатності у нормальному перерізі косозігнутого залізобетонного елемента таврового профілю з трапецієподібною формою стиснутої зони бетону. В основу теоретичних досліджень покладені передумови розрахунку застосовані у нормах [3]. При цьому для описання роботи стиснутого бетону прийнятий прямокутний характер розподілу напружень за рис. 3.5 [3]. Зв'язок між напруженнями і деформаціями в арматурі описується дволінійною діаграмою з горизонтальною верхньою гілкою без необхідності перевірки граничної деформації за рис. 3.8 [3].

Для розв'язання поставленої задачі використана розрахункова схема (рис. 1.), вихідними величинами вважаються: розміри нормального перерізу балки  $b$ ,  $b_{eff}$ ,  $h$  та  $h_{eff}$ ; площа поперечного перерізу арматури  $A_s$ , в розтягнутій зоні; характеристики арматури  $f_{yd}$ ,  $E_s$ ; та бетону  $f_{cd}$ ,  $E_{свз,сд}$ .

При розрахунку сумарна площа арматури  $A_s$  в розтягнутій зоні розглядається розташованою в точці прикладання рівнодійної зусиль в дискретно розташованих розтягнутих стрижнях.

Невідомими величинами вважаються висота  $X$  стиснутої зони, кут  $\theta$  нахилу нейтральної лінії, значення внутрішнього згинального моменту  $M_{дл,г}$  в площині координатної осі  $Y$  (рис. 1.).

Для виведення розрахункових формул використані загальні рівняння рівноваги, які з урахуванням викладених вище передумов в площині координатної осі  $Y$ , перпендикулярної до нейтральної лінії, записані у вигляді:

$$\sum Z = 0: N_s - N_c = 0; \quad (1)$$

$$\sum M_A = 0: N_s (d - X + y_{N_c}) - M_{Ed,Y} = 0, \quad (2)$$

де  $N_s, N_c$  – рівнодійні зусиль відповідно в розтягнутій арматурі та стиснутому бетоні;

$d, X, y_{N_c}$  – відповідно робоча висота перерізу, висота стиснутої зони бетону та координата точки прикладання зусилля  $N_c$  в системі координат  $XOY$ .

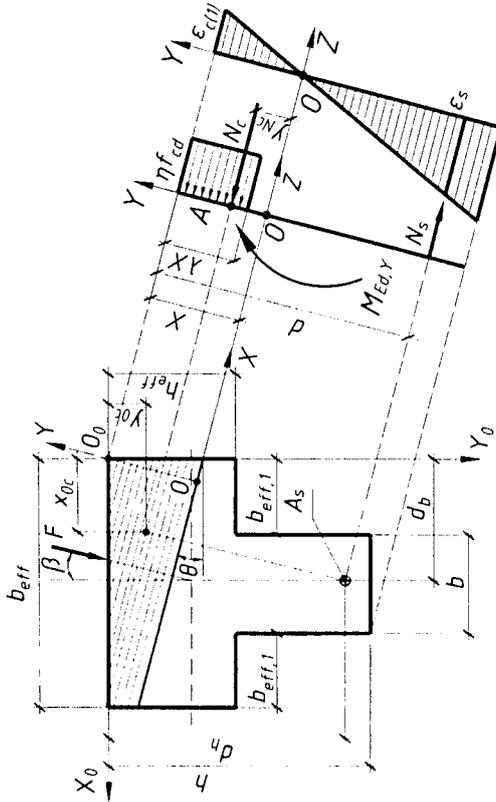


Рис. 1. Розрахункова схема нормального перерізу для розрахунку несучої здатності косокутного залізобетонного елемента при трапецієподібній формі стиснутої зони бетону

Для спрощення рівнянь рівноваги спочатку отримані вирази для визначення рівнодійної  $N_c$  та її координати  $y_{N_c}$ . Одержані вирази при трапецієподібній формі стиснутої зони бетону (рис. 1.) мають такий вигляд:

$$N_c = \frac{\eta f_{cd} b_{eff}}{\cos \theta} \left( \lambda X - \frac{b_{eff} \sin \theta}{2} \right); \quad (3)$$

$$y_{N_c} = \frac{3X^2 (2\lambda - \lambda^2) - b_{eff} \sin \theta (3X - b_{eff} \sin \theta)}{3(2\lambda X - b_{eff} \sin \theta)}, \quad (4)$$

де  $\eta$  – коефіцієнт, що приймається за залежностями (3.21) – (3.22) [1];

$\lambda$  – рівень пластичності бетону, що приймається за залежностями (3.19) – (3.20) [1];

$\theta$  – кут нахилу нейтральної лінії.

При умові, що деформації  $\varepsilon_s$  попередньо напруженої арматури в момент руйнування задовольняють нерівність

$$\frac{f_{yd}}{E_s} \leq \varepsilon_s = \frac{(d - X) \varepsilon_{c(1)}}{X}, \quad (5)$$

де  $\varepsilon_{c(1)}$  – відносні деформації бетону найбільш стиснутого ребра балки, рівнодійна зусиль в арматурі визначається за залежністю

$$N_s = f_{yd} A_s. \quad (6)$$

На основі прийнятого деформаційного критерію руйнування відносні деформації бетону найбільш стиснутого ребра балки (рис. 1) приймаються за рівність

$$\varepsilon_{c(1)} = \varepsilon_{cu3,cd}. \quad (7)$$

Після підстановки формул (3), (4) та (6) в рівняння рівноваги (1) – (2) при трапецієподібній формі стиснутої зони отримані формули для визначення висоти  $X$  стиснутої зони бетону та граничного значення моменту  $M_{Rd,Y}$  в площині координатної осі  $Y$  (рис. 1):

$$X = \frac{f_{yd} A_s \cos \theta}{\eta f_{cd} \lambda b_{eff}} + \frac{b_{eff} \sin \theta}{2\lambda}; \quad (8)$$

$$M_{Rd,Y} = f_{yd} A_s \left( d - \frac{3\lambda^2 X^2 - b_{eff}^2 \sin^2 \theta}{3(2\lambda X - b_{eff} \sin \theta)} \right), \quad (9)$$

де

$$d = d_b \sin \theta + d_h \cos \theta. \quad (10)$$

Для одержання залежності  $\theta = f(\beta)$ , за допомогою якої можна обчислити кут  $\theta$  нахилу нейтральної лінії, застосована умова про паралельність площин дії внутрішнього  $M_{Rd}$  та зовнішнього  $M_{Ed}$  моментів (рис. 1).

У системі координат  $X_0 O_0 Y_0$  отримано, що

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{d_b - x_{0,c}}{d_h - y_{0,c}}, \quad (11)$$

де  $\beta$  – кут нахилу зовнішньої силової площини;

$d_b, d_h$  – робочі висоти поперечного перерізу косокутного залізобетонного елемента в напрямку осей  $X_0$  і  $Y_0$  відповідно;

$x_{0,c}, y_{0,c}$  – координати точки прикладання рівнодійної  $N_c$  в бетоні стиснутої зони в системі координат  $X_0 O_0 Y_0$ , обчислення яких можна здійснити за наступними формулами:

$$x_{0,c} = \frac{b_{eff}(3\lambda X - 2b_{eff} \sin \theta)}{3(2\lambda X - b_{eff} \sin \theta)}, \quad (12)$$

$$y_{0,c} = \frac{3\lambda^2 X^2 - 3\lambda X b_{eff} \sin \theta + b_{eff}^2 \sin^2 \theta}{3 \cos \theta (2\lambda X - b_{eff} \sin \theta)}. \quad (13)$$

Після підстановки виразів (12) і (13) в (11) отримаємо квадратне рівняння відносно  $\operatorname{tg} \theta$ , розв'язком якого буде наступна формула, що дозволяє обчислювати кут  $\theta$  нахилу нейтральної лінії для трапецієподібної форми стисної зони бетону при повному вичерпанні міцності бетону на стиск

$$\operatorname{tg} \theta = -\operatorname{ctg} \beta + \sqrt{\operatorname{ctg}^2 \beta - \frac{24tA_c \operatorname{ctg} \beta}{b_{eff}^3}}, \quad (14)$$

$$\text{де } t = d_b - d_h \operatorname{tg} \beta + \frac{A_c \operatorname{tg} \beta - b_{eff}^2}{2b_{eff}}; A_c = \frac{f_{yd} A_s}{\eta f_{cd}}$$

Таким чином, в результаті теоретичних досліджень отримані аналітичні залежності (14), (8), (9) для визначення всіх невідомих параметрів ( $\theta$ ,  $X$ ,  $M_{red}$ ) при розв'язанні задачі міцності косозігнутих елементів таврового профілю для трапецієподібної форми стиснутої зони бетону.

**Висновки.** Розроблена методика розрахунку несучої здатності косозігнутих залізобетонних елементів у нормальному перерізі за спрощеною деформаційною моделлю дозволяє швидко виконувати інженерні розрахунки та повною мірою відповідає вимогам чинних нормативних документів [3].

1. Павліков, А.М. Нелінійна модель напружено-деформованого стану косозавантажених залізобетонних елементів у закритичній стадії: монографія / А.М. Павліков. – Полтава, 2007. – 320 с.
2. 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.
3. Eurocode 2: Design of concrete structures. Part 1: General rules and rules for buildings. – Brussels, 2001. – 230 p.
4. Павліков, А.М. Розмежування форм стиснутої зони бетону в перерізі косозігнутих балок таврового профілю / А.М. Павліков, О.В. Бойко, М.О. Харченко // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Одеса: ОДАБА, 2012. – Вип. 47, част. 1. – С. 255 – 260.
5. Павліков А.М. Міцність косозігнутих залізобетонних балок таврового профілю за умови дволінійної роботи бетону та арматури / А.М. Павліков, О.В. Бойко,

М.О. Харченко // Галузеве машинобудування, будівництво: зб. наук. праць. – Полтава: ПолтНТУ, 2011. – Вип. 2 (30). – С.33 – 37.

6. Кочкар'юв, Д.В. Проектування залізобетонних елементів прямокутного профілю за косого згину на основі методу розрахункових опорів залізобетону / Д.В. Кочкар'юв, В.І. Бабич // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Серія «Технічні науки». – Рівне, 2015. – Вип. 3 (71). – С. 171 – 175.
7. Rodrigues, R. Vaz. A new technique for ultimate limit state design of arbitrary shape RC sections under biaxial bending / R. Vaz Rodrigues // Engineering Structures, 2015. – Vol. 104. – P. 1 – 17.
8. Sfakianakis, M.G. Biaxial bending with axial force of reinforced, composite and repaired concrete sections of arbitrary shape by fiber model and computer graphics / M.G. Sfakianakis // Advances in Engineering Software, 2002. – Vol. 33. – Issue 4. – P. 227 – 242.
9. Bonet, J.L. A fast stress integration algorithm for reinforced concrete sections with axial loads and biaxial bending / J.L. Bonet, M.L. Romero, P.F. Miguel, M.A. Fernandez // Computers & Structures, 2004. – Vol. 82. – Issues 2 – 3. – P. 213 – 225.
10. Bonet, J.L. Comparative study of analytical and numerical algorithms for designing reinforced concrete sections under biaxial bending / J.L. Bonet, M.H.F.M. Barros, M.L. Romero // Computers & Structures, 2006. – Vol. 84. – Issues 31 – 32. – P. 2184 – 2193.
1. Pavlikov, A.M. Nelineina model napruzhenno-deformovanoho stanu kosozavantazhenykh zalizobetonnykh elementiv u zakrytychnii stadii: monohrafiia / A.M. Pavlikov. – Poltava, 2007. – 320 s.
2. Boiko, O.V. Otsinka mitsnosti navskisno zihnutykh balok na osnovi dvoliniinykh diahram deformatsii betonu ta armatury: dys.na zdobuttia nauk. stupenia kand. tekhn. nauk: spets. 05.32.01 «Budivelni konstruktсии, budivli ta sporudy» / O.V. Boiko. – Poltava, 2010. – 232 s.
3. Pavlikov, A.M. Rozmezhuвання форм стиснутої зони бетону в перерізі косозігнутих балок таврового профілю / А.М. Павліков, О.В. Бойко, М.О. Харченко // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Одеса: ОДАБА, 2012. – Вип. 47, част. 1. – С. 255 – 260.
4. Pavlikov A.M. Mitsnist kosozihnutykh zalizobetonnykh balok tavrovoho profilu za umovu dvoliniinoi roboty betonu ta armatury / A.M. Pavlikov, O.V. Boiko, M.O. Kharchenko // PolNTU, 2011. – Vyp. 2 (30). – S.33 – 37.
5. Kochkarov, D.V. Proektuvannya zalizobetonnykh elementiv priamokutnogo profilu za kosoho zghynu na osnovi metodu rozrakhunkovykh oporiv zalizobetonu / D.V. Kochkarov, V.I. Babych // Visnyk Natsionalnoho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannya. Seriya «Tekhnichni nauky». – Rivne, 2015. – Vyp. 3 (71). – S. 171 – 175.

З М І С Т  
2018

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ В'ЯЖУЧІ МАТЕРІАЛИ І БЕТОНИ  
ТА ЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ВИГОТОВЛЕННЯ

Бордоженко О.М., Дворкін Л.Й., Ковальчук Т.В.	Розрахунок складів фібробетонів за критерієм мінімальної вартості.....	3
Дворкін Л.Й., Житковський В.В.	Композиционные вяжущие с использованием пыли клинкерообжигательных печей.....	11
Дворкін Л.Й., Марчук В.В., Тунчик А.О., Гадайчук Д.Р.	Ефективність полікарбонатних суперпластифікаторів в золовмісних бетонах....	20
Дворкін Л.Й., Степасюк Ю.О., Семчишин Д.С.	Комплексна активізація малоklinkерного шлакопортландцементу.....	28
Ковалик І.В., Безуськ О.В., Мельник Д.О.	Розрахунок складів поризованих будівельних сумішей на прикладі піногіпсу.....	39
Кравченко С.А., Постернак О.О.	Основні деформативні властивості керамзитобетонів.....	47
Кровяков С.О., Мішутін А.В.	Рецептурно-технологічні методи підвищення довговічності бетонів на легких заповнювачах для тонкостінних гідротехнічних і транспортних споруд.....	55
Шишкіна О.О., Шишкін О.О.	Вплив реакційного порошку на міцність порошкового бетону.....	64

ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРОЕКТУВАННЯ ТА ЗАПРОВАДЖЕННЯ  
РЕСУРСОЕКОНОМНИХ КОНСТРУКЦІЙ, БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

Бабич Є.М., Кочкаръов Д.В., Філіпчук С.В.	Основні положення розрахунку захисних фортифікаційних споруд.....	72
Гомон С.С.	Методика експериментальних досліджень модифікованої силором деревини з стимуляцією просочення ультразвуком за роботи на стиск вздовж волокон.....	81

4. Golushev A.B. *Bachunskiy V.Y. K razrabotke prikladnoy teorii rascheta gelezobetonuh konstruktsii // Beton I gelezobeton.- 1985.- № 6. -st. 16-18.*

5. Onufriev N.M. *Usilenie gelezobetonuh konstruktsii promushlennuh zdaniy I sooruzheniy. M.-L.: Stroyizdat, 1965.-342st.*

6. Klimenko F.E. *Stalgelezobetonue konstruktsii s vneshnim polosovim armirovaniem. - K.: Budivelnik, 1984. - 88 st.*

7. Lazovskiy D.N. *Proektirovanie rekonstruktsii zdaniy i sooruzheniy: ucheb.-metod. kompleks/ Lazovskiy D.N. // Ocenka sostoyaniya I usilenie stroitelnyh 2008.- VUP. 3, P. 2.- st. 24.*

8. Malganov A.I. *Plevkov V.S., Polishuk V.S. Vosstanovlenie I usilenie stroitelnyh konstruktsiy avariynih i rekonstruirovannyh zdaniy. -Tomsk: Izd-vo. Un-ta, 1992. 456 st.*

- Гомон С.С., Гомон П.С., Павлюк А.П. Розрахунок косозігнутих дерев'яних балок з використанням деформаційної моделі..... 87
- Гомон С.С., Поліщук М.В. Експериментально-статистичні дослідження січного модуля пружності деревини залежно від тривалості її насичення водою..... 96
- Зінчук М.С. Уточнений метод розрахунку міцності нормальних перерізів згинальних залізобетонних елементів, що знають впливу підвищених температур за дії малоциклових навантажень..... 102
- Карлюк В.М., Петров Н.Н., Целикова А.С. Совершенствование деформационной модели расчета изгибаемых вращающихся растянутых железобетонных балок..... 108
- Клюка О.М. Розрахунок міцності просторових перерізів попередньо напружених залізобетонних елементів таврового профілю з одиночним армуванням при згині з крученням на основі деформаційної моделі..... 114
- Коробко О.О., Вировой В.М., Уразманова Н.Ф., Неспомнящий О.М. Підвищення стійкості будівельних виробів при малоциклової утомі бетону..... 124
- Масюк Г.Х., Юшук О.В., Масюк В.Г., Федюк М.А. Особливості побудови діаграми «момент-кривизна» нерозрізних згинальних елементів за дії малоциклових знакозмінних навантажень..... 132
- Мельник І.В., Сорохтей В.М., Приставський Т.В., Партуга В.П. Техніко-економічна ефективність монолітних залізобетонних перекриттів з вставками..... 142
- Павлюков А.М., Гарькава О.В., Бариляк Б.А., Приходько Ю.О. Розрахунок міцності на косе згинання залізобетонних елементів таврового профілю за спрощеною деформаційною моделлю..... 151
- Панчук Ю.М. Деформування дрібнозернистого та крупнозернистого бетону за малоциклових навантажень середнього та високого рівнів..... 158
- Панчук Ю.М. Методика досліджень та робота згинальних залізо-бетонних елементів з змішаним армуванням за малоциклових навантажень високих рівнів..... 172
- Романюк В.В., Супрунюк В.В. Вузлова жорсткість болтових з'єднань елементів металевих конструкцій..... 172
- Семенюк С.Д., Козунова О.В., Кумашов Р.В. Статистичний аналіз плити на упругому основанні при моделюванні в ПК «ЛИРА» і при расчете вариационно-разностным методом... 180
- Семенюк С.Д., Москалькова Ю.Г. Учет малоциклового нагружения при поверочном расчете плиты пустотного настила, усиленной набетонкой..... 189
- Філіпчук С.В. Експериментальні дослідження опору захисних стін фортифікаційних споруд динамічним впливам..... 197
- Чорнолоз В.С., Налєпа О.І. Ефективні металеві конструкції виробничих будівель з використанням перфорованих двотаврів змінної жорсткості та одинарних профілів..... 203
- БУДІВЛІ ТА СПОРУДИ**
- Вілокунгов Р.С. Finite element analysis simulation of assembly using ANSYS..... 212
- Гук Я.С., Томашко М.М., Василюк В.І. Методика обчислення максимальної глибини промерзання ґрунту і середньої висоти снігового покриву в гірських районах Львівської області та на прилеглий території Польщі за спрощеними формулами..... 218
- Дворник А.М., Безсалова С.П. Чисельне моделювання споруд огороження котлованів..... 228
- Дорофєєв В.С., Пушкар Н.В. Підвищення сейсмостійкості громадських будівель старої забудови..... 240
- Дождько М., Вітковська – Добрев. Ж., Осиński. Р. Wybrane zagadnienia budynków głęboko posadowionych w dużych aglomeracjach miejskich..... 246
- Дяченко Є.В., Дрижирук Ю.В., Щербінін Л.Г. Використання методу підйому перекриттів для зведення будівель із збірно-монолітним каркасом системи «КУБ» та споріднених систем..... 254
- Ігнатов С.В. Досвід закріплення зсувного схилу і рішення містобудівних завдань..... 263

Ковальчук В.А.	Впровадження сучасних споруд для очистки стічних вод підприємств харчової промисловості.....	271
Павліков А.М., Пінчук Н.М., Гарьвава О.В.	Безконсолно-безкапітально-безбалкові каркаси в будівництві котеджів.....	279
Трач Р.В.	Переваги застосування концепції інформаційного моделювання в будівництві....	288
Трач В.М., Подворний А.В.	Використання 3D методики до розрахунку на стійкість товстих анізотропних оболонки під дією кручення.....	295
Трач В.М., Хоружий М.М.	Стойкість нетонких анізотропних конічних оболонок під дією осьового стиску.....	302
Chalecki M., Jaworski J., Szlachetka O., Bagdasaryan V.	Drgania własne prętów wspornikowych o kształcie pełnych i drażonych brzy obrotowych.....	313
Szlachetka O., Bagdasaryan V., Wągrowaska M., Dohojda M.	Analiza teoretyczna i doświadczalna rozkładu temperatury w wielowarstwowej strukturze.....	321
Шумінський В.Д., Степанчук С.В., Слободянік І.Ю., Степанчук Н.В., Костецька С.М.	Оцінка стійкості схилу на стадії проектування адміністративно-громадського комплексу по вул. І. Мазепи, 1 в м. Києві.....	329
<b>ТЕХНІЧНИЙ СТАН, РЕКОНСТРУКЦІЯ ТА ПІДСИЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ, БУДІВЕЛЬ І СПОРУД</b>		
Ворисюк А.Р., Зіатиук Y.Y., Лусяук М.О., Уєвтушенко V.S.	Strengthening and calculation analysis of bending reinforced concrete elements.....	341
Бурчєня С. П., Фамуляк Ю.Є.	Порівняння несучої здатності та деформативності комплексних легкобетонних елементів, посиленних та непосиленних композитною арматурою.....	349
Dohojda M., Witkowska - Dobrev, J.	Wybrane zagadnienia analizu uszkodzeń wielkopowierzchniowych obiektów budowlanych..	356
Караван В.В., Борисюк О.П.	Аварійний стан 9-ти поверхового житлового будинку у м. Винники Львівської області.....	365
Клименко Є.В., Гілодо О.Ю., Арсерій А.М.	Забезпечення просторової стійкості при реконструкції житлових будинків минулих років забудови.....	372
Клименко Є. В., Фроліна К. Л.	Підвищення інвестиційної привабливості будівель шляхом впровадження оптимальної стратегії експлуатації.....	380
Лободанов М. М., Вегера П.І., Блхарський З. Я.	Аналіз основних методів дослідження впливу пошкоджень на несучу здатність в залізобетонних елементах.....	389
Рябенко О.А., Сунчук С.В., Алексєвєць В.І., Іванюк А.М., Алексєвєць І.І.	Обстеження технічного стану греблі Мигіївської ГЕС на р. Південний Буг.....	397
Титаренко Р.Ю., Хміль Р.С.	Методика оцінки надійності залізобетонних балок, підсиленних залізобетонною обіймою.....	406
Чеканович М.Г., Журахівський В.П., Чеканович О.М.	Підсилення залізобетонних балок зовнішньою стрижнево-котковою системою.....	413
Чеканович М.Г., Романенко С.М., Андрієвська Я.П.	Навантаження і деформації залізобетонних балок, підсиленних гнучкою зовнішньою арматурою.....	421
Чеканович М.Г., Романенко С.М., Андрієвська Я.П.	Система зовнішнього підсилення залізобетонних згинальних елементів і моделювання її роботи.....	428
Шевченко О.В.	Сучасні методи підсилення сталезалізобетонних колон при реконструкції будівель та споруд.....	436