

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Сучасні технології
та методи розрахунків у будівництві
Збірник наукових праць

Випуск 8

Луцьк – 2017

У збірнику висвітлюються результати експериментально-теоретичних досліджень будівельних матеріалів і конструкцій, технологій їхнього виготовлення та експлуатації, теорії опору елементів будівельних конструкцій зовнішнім впливам, методів їхнього розрахунку.

Призначений для наукових працівників, спеціалістів проектних установ і виробничих підприємств будівельної галузі, докторантів, аспірантів і студентів вищих навчальних закладів.

Редакційна колегія:

Головний редактор - **Шваб'юк В.І.**, д.т.н., професор (Луцький НТУ);

Заступник редактора - **Максимович В.М.**, д.ф.-м.н., професор (Луцький НТУ);

Відповідальний секретар - **Андрійчук О.В.**, к.т.н. (Луцький НТУ);

Бабич Є.М., д.т.н., професор (Національний університет водного господарства та природокористування); **Белятинський А.О.**, д.т.н., професор (Національний авіаційний університет); **Богаткевич Януш**, доктор інженерії (Люблінська політехніка, Польща); **Бондарський О.Г.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Делявський М.В.**, д.т.н., професор (Луцький НТУ); **Жданюк В.К.**, д.т.н., професор (Харківський національний автомобільно-дорожній університет); **Іванченко Г.М.**, д.т.н., професор (Київський національний університет будівництва і архітектури); **Карась Славомір**, доктор інженерії (Люблінська політехніка, Польща); **Максимович О.В.**, д.т.н., професор (НУ "ЛП"); **Наумов В.С.**, д.т.н., професор (Краківська політехніка, Польща); **Пастернак Я.М.**, д.ф.-м.н., доцент (Луцький НТУ); **Пустюльга С.І.**, д.т.н., професор (Луцький НТУ); **Савенко В.Я.**, д.т.н., професор (Національний транспортний університет); **Солодкий С.Й.**, д.т.н., професор (Національний університет "Львівська політехніка"); **Трач В.М.**, д.т.н., професор (НУВГП); **Ужегова О.А.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ).

Технічний секретар - **Ужегов С.О.**

Зареєстрований Державною реєстраційною службою України (свідоцтво серія КВ, № 20340-10140Р від 31.05.2013 р.).

Включений Міністерством освіти і науки України до переліку наукових фахових видань України (Наказ МОН України, № 747 від 13.07.2015 р.).

Матеріали збірника рекомендовані до друку на засіданні Вченої ради Луцького НТУ (протокол № 5 від 29 грудня 2017 р.).

Адреса редакції: 43018, м. Луцьк, вул. Потебні, 56, Луцький НТУ, кафедра "Будівництво та цивільна інженерія", e-mail: Zbirnukfbd@gmail.com,

<http://bf.lntu.edu.ua/fakultet/zbirnuk.html>, телефон (0332) 26-24-60.

УДК 539.3

**УТОЧНЕНИЙ РОЗРАХУНОК ПІДСИЛЕНИХ БАЛОК
МЕТОДОМ ПРИВЕДЕНИХ ПЕРЕРІЗІВ**

**Повідомлення 2. Уточнений розрахунок пакету балок
за неklasичною моделлю коротких балок**

**REFINED CALCULATION OF REINFORCED BEAMS
BY THE METHOD OF CONDITIONAL CROSS SECTIONS**

**Message 2. Refined calculation of the package of beams
for a non-classical model of short beams**

**Шваб'юк В.І., д.т.н., проф., Ротко В.О., магістр, Ротко С. В., к.т.н.,
доц. (Луцький національний технічний університет, м. Луцьк)**

**Shvabyuk V.I., Doctor of Engineering, Professor, Rotko V.O., master,
Rotko S.V., Ph.D. in Engineering, Associate Professor (Lutsk National
Technical University, Lutsk)**

Досліджується можливість застосування уточненого розрахунку жорсткого з'єднання підсиленних балок методом приведених поперечних перерізів за допомогою рівнянь неklasичної теорії згину коротких балок. Уточнено числовий розрахунок дерев'яного прогону, підсиленого металевою смугою. Показано, що допустиме навантаження на таку балку можна збільшити в 1,77 рази, із одночасним збільшенням її жорсткості в 1,58 рази.

In the first report on the calculation of a package of beams or strips, made from different materials and rigidly interconnected, the method of reduced sections was applied. The calculation was based on the hypothesis of the classical theory of beams, which greatly reduces its accuracy.

In this paper, the possibility of applying the refined calculation of the reinforced beams rigid conjunction by the combined cross sections method is studied using the nonclassical theory equations of short beams bending. A numerical calculation's example of a wooden stringer reinforced by a metal strip is given. It is shown that the permissible load on such beam can be increased by 1,77 times, with a simultaneous increase in its firmness by 1,58 times.

Ключові слова: короткі балки, неklasична теорія згину, метод приведених поперечних перерізів, уточнений розрахунок пакету балок.

Keywords: short beams, non-classical theory of bending, method of conditional cross-sections, refined calculation of the package of beams.

У першому повідомленні про розрахунок пакету балок або смуг, виготовлених із різних матеріалів і жорстко з'єднаних між собою, було застосовано метод приведених перерізів [3].

За допомогою цього методу розраховано напружено-деформований стан дерев'яної балки, жорстко підсиленої тонкою металевою смугою і таким чином значно підвищено допустиме навантаження на дану конструкцію. Разом із тим, цей розрахунок проводився на базі гіпотез класичної теорії балок, що значно знижує його точність[1]. Тому, для розрахунку даної конструкції буде використана уточнена теорія згину трансропних балок середньої товщини, що враховує деформації поперечного зсуву та обтиснення [2,4].

Згідно з гіпотезами уточненої теорії згину трансропних балок вирази для напружень σ_x^i , σ_y^i та переміщень $U^i(x, y_i)$, $W^i(x, y_i)$ у довільному елементі пакету (рис.1) мають вигляд [2,4]:

$$\begin{aligned}\sigma_x^i &= \frac{N_x^i}{2h_i} + \frac{M_x^i}{I_i} y_i + \frac{y_i \alpha^2}{3I_i} (y_i^2 - 0,6h_i^2) \left(q_2^i - 0,5q_2'' h_i^2 \frac{G'}{E'} \right); \\ \sigma_y^i &= q_1^i + \frac{1}{4} \left(3 \frac{y_i}{h_i} - \frac{y_i^3}{h_i^3} \right) \cdot q_2^i;\end{aligned}\quad (1)$$

$$U^i(x, y_i) = u^i(x) + y_i \gamma_x^i - \frac{5\varepsilon_2}{3h_i^2} \left(\frac{dw_\tau}{dx} + \frac{3h_i}{8E'} \frac{dq_2^i}{dx} \right) (y_i^2 - 0,6h_i^2) y_i;$$

$$W^i(x, y_i) = w^i(x) + \left(q_1^i - \frac{\nu' N_x^i}{2h_i} \right) \cdot \frac{y_i}{E'} + \nu'' \frac{d^2 w^i}{dx^2} \cdot \frac{y_i^2}{2} + \frac{B(y_i) q_2^i}{8E' h_i},$$

$$\text{де } \gamma_x^i = (1 - \varepsilon_2) \frac{dw_\tau^i}{dx} - \frac{d\tilde{w}^i}{dx}; B(y) = y_i^2 (6A_2 - A_3 \frac{y_i^2}{h_i^2});$$

$$I_i = \frac{2}{3} h_i^3, q_1^i = \frac{1}{2} (q_i^+ - q_i^-), q_2^i = (q_i^+ + q_i^-); \alpha^2 = \frac{E}{2G'} - \nu'';$$

$$\alpha_0 = 0,5(1 - \nu' \cdot \nu''), A_2 = \alpha_0 + \frac{A'E'}{2G'}; A_3 = A_2 - 0,5\nu'\nu'';$$

$$K_i' = 4G'h_i/3; \varepsilon_1 = 0,1(4E/G' - 3\nu''); \varepsilon_2 = 0,2(1 - \nu'E'/G');$$

$$M_x^i = \int_{-h_i}^{h_i} y \sigma_x^i dy = -EI_i \frac{d^2 \tilde{w}}{dx^2} - \varepsilon_1 h_i^2 q_2^i, Q_x^i = K_i' \frac{dw_\tau^i}{dx},$$

$$N_x^i = \int_{-h_i}^{h_i} \sigma_x^i dy = 2Eh_i \frac{du^i}{dx} + 2h_i \nu'' q_1^i - \text{згинальний момент,}$$

поперечна та поздовжня сили у брусі; u^i, w^i — відповідно тангенціальне та вертикальне переміщення середньої лінії елемента пакету у напрямку осей x та y ; E, G, E', G' — модулі пружності та коефіцієнт Пуассона матеріалу балки у поздовжньому та поперечному (зі штрихами) напрямках; $q^+ = 0$; $q^- = q$ — розподілене зовнішнє навантаження, прикладене до верхньої грані пакету балок; w_τ^i — зсувна складова вертикального переміщення середньої лінії відповідного бруса.

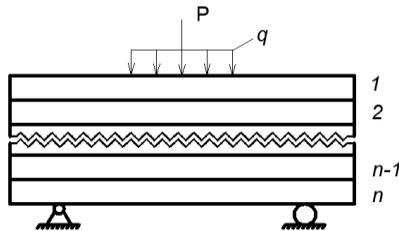


Рис. 1. Схема навантаження пакету балок

Початок системи координат розміщується посередині верхнього бруса на його середній лінії, де вісь y - ів напрямлена вниз.

Розрахункові диференціальні рівняння відносно переміщень $u^i(x)$, $w^i(x)$ та $w_\tau^i(x)$ мають вигляд [2,4]:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 u^i}{dx^2} &= -\frac{v'}{E'} \frac{dq_1^i}{dx}; & K_i' \frac{dw_\tau^i}{dx^2} &= -q_2^i; \\ \frac{d^4 w^i}{dx^4} &= \frac{q_2^i}{EI_i} - \frac{\varepsilon_1 h_i^2}{EI_i} \cdot \frac{d^2 q_2^i}{dx^2} - \frac{\varepsilon_2 h_i^4}{4E'I_i} \frac{d^4 q_2^i}{dx^4}. \end{aligned} \quad (2)$$

Розв'язок системи диференціальних рівнянь (2), який визначає остаточний вигляд формул для переміщень і напружень кожної точки системи елементів пакету, повинен задовольняти трьом граничним умовам на кожному з їх країв. Якщо ці краї $x = \pm l$ оперті, то такі умови мають вигляд:

$$N_x^i = 0; \quad M_x^i = 0; \quad w^i = 0. \quad (3)$$

Для випадку розподілених по поверхні брусів сталей нормальних навантажень $q_i^\pm = const$ рівняння (2), гранично спрощуються — зникають похідні від розподіленого навантаження. Із одержаних таким чином рівнянь рівноваги випливає, що за сталого навантаження ортотропія матеріалу на базову систему диференціальних рівнянь не впливає і вони відповідають (за винятком другого рівняння (2), де потрібно покласти $w_\tau^i \equiv 0$) класичній теорії тонких стрижнів Бернуллі-Ейлера, яка не враховує деформацій поперечного зсуву та обтиснення.

Розв'язок рівняння (2), за граничних умов (3), дозволяє записати узагальнений вираз для нормальних напружень у довільному елементі пакету —

$$\sigma_x^i = \frac{q_2^i y_i}{2I_i} [(l^2 - x^2) + \alpha^2 (\frac{2}{3} y_i^2 - \frac{2}{5} h_i^2)]. \quad (4)$$

Друга складова цієї формули враховує вплив деформацій поперечного зсуву та обтиснення. Величина цього впливу досліджена в роботах [2,3,5].

У попередньому повідомленні розраховувався дерев'яний прогін перерізом 12×20 см, жорстко підсилений металевою смугою товщиною $t = 5$ мм, що вільно обпирається на опори (рис.2), відстань між якими $2l = 2$ м. Модулі пружності цих матеріалів відповідно дорівнюють: $E_1 = 1,05 \times 10^4$ МПа та $E_2 = 2,1 \times 10^5$ МПа.

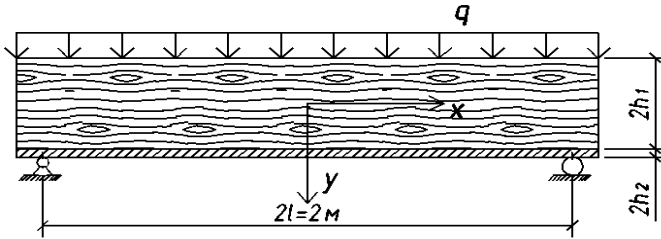


Рис. 2. Розрахункова схема підсиленої балки

Модуль зсуву у поперечному напрямі дорівнює $G' = 350 \text{ МПа}$. Приведений переріз складався із незмінної першої частини ($b_1 = 12 \text{ см}$) та зміненої нижньої частини, ширина якої множиться на коефіцієнт $n = E_2 / E_1 = 20$, тобто $b_2 = 20 \cdot b_1 = 240 \text{ см}$. Прогін був навантажений розподіленим навантаженням інтенсивністю q , яке викликає максимальний згинальний момент $M = q \cdot l^2 / 2$. Необхідно було знайти величину допустимого навантаження $[q]$ на дану балку із підкріпленням та без нього за допустимого напруження на стиск $[\sigma]_c = 35 \text{ МПа}$.

Згідно проведених розрахунків *методом приведених перерізів* було визначено момент інерції приведенного перерізу $I_{np} = 2,051 I_1 = 16408,4 \text{ см}^4$, який більш, ніж удвічі перевищує момент інерції перерізу балки без підсилення ($I_1 = b_1 h_1^3 / 12 = 8000 \text{ см}^4$), знайдено максимальні нормальні напруження у верхній та нижній точках центрального перерізу непідсиленої дерев'яної балки — $\sigma_x = \pm M h_1 / 2 I_1 = \pm 6,25 q \cdot \text{см}^{-1}$. Визначено напруження у крайніх точках поверхонь підсиленої дерев'яної балки:

$\sigma_{x1}^{(e)} = M y_1 / I_{np} = -4,09 q / \text{см}$. $\sigma_{x1}^{(e)} = M y_2 / I_{np} = 2,00 \cdot q / \text{см}$,
а також у металевій смузі:

$$\sigma_{x2}^{(e)} = 40,0 \cdot q / \text{см} \text{ і } \sigma_{x2}^{(n)} = 43,2 \cdot q / \text{см}.$$

Одночасно, за уточненою теорією, максимальне нормальне напруження у середньому перерізі балки ($x = 0$) можна підраховувати за точнішою формулою (4):

$$\begin{aligned}\sigma_x &= \pm \frac{ql^2 h_1}{2I_1} \left(1 + \alpha^2 \frac{4}{15} \frac{h_1^2}{l^2}\right) = \\ &= \pm 6,25(1 + 0,157)q / \text{см} = \pm 7,23q \cdot \text{см},\end{aligned}$$

$$\text{де } \alpha^2 = \frac{E}{2G'} - \nu'' = 14,7.$$

Тобто, за уточненою теорією, у непідсиленій металевій смугою дерев'яній балці діє ще більше максимальне нормальне напруження (на 15,7%) від того, яке визначається за класичною теорією. Отже, реальна несуча здатність непідсиленої балки зменшується у 1,77 рази порівняно з підсиленою.

Наведені приклади розрахунку для непідсиленої балки підтверджують необхідність застосування уточненої методики і для підсиленої балки, а формулу (4) для даного випадку можна записати у такому вигляді:

$$\sigma_{xi} = \frac{q \cdot y_i}{2I_{np}} \left[(l^2 - x^2) + \alpha^2 \left(\frac{2}{3} y_i^2 - \frac{2}{5} \frac{H^2}{4} \right) \right].$$

У зв'язку з тим, що відношення довжини металевій смуги до її товщини є дуже великим ($2l/t = 400$) і вплив поперечного зсуву для таких довжин є практично нульовим, то цю формулу будемо застосовувати лише до дерев'яної частини балки. Отже, максимальні значення напружень на зовнішніх гранях ($y = -y_1 = -13,42$, $y = y_2$) дерев'яної балки будуть такими:

$$\sigma_{x1}^e = \frac{ql^2 y_1}{2I_{np}} \left[1 + \alpha^2 \frac{2}{3} \frac{y_1^2}{l^2} \left(1 - \frac{3}{20} \frac{H^2}{y_1^2} \right) \right] = -4,56q / \text{см} = -456q / \text{м}.$$

$$\sigma_{x2}^n = \frac{ql^2 y_2}{2I_{np}} \left[1 + \alpha^2 \frac{2}{3} \frac{y_2^2}{l^2} \left(1 - \frac{3}{20} \frac{H^2}{y_2^2} \right) \right] = 1,96q / \text{см} = 196q / \text{м}.$$

Вважаючи, що металева смуга впливає тільки на згинальну жорсткість балки, уточнену формулу для максимального прогину підкріпленої балки можна записати у вигляді

$$w_{\max} = \frac{5ql^4}{24E_1I_{np}} (1 + 0,24(4\frac{E}{G'} - 3\nu'') \frac{H^2}{(2l)^2}).$$

Підставивши у цю формулу значення пружних характеристик дерева, момент інерції приведенного перерізу та значення параметра $H/2l$, одержимо значення максимального прогину

$$w_{\max} = \frac{5ql^4}{24E_1I_1} \frac{(1+0,3)}{2,051} = 0,633 \cdot \frac{5ql^4}{24E_1I_1}.$$

Отже, підсилення балки призведе до зменшення прогину тільки на 37% (за уточненою формулою), замість 51% (за класичною формулою).

Для визначення допустимого навантаження на підсилену балку скористаємося умовою міцності на стиск для нормальних напружень:

$$\sigma_{\max} \leq [\sigma]_c \text{ або } 456q = 40 \text{ МПа}.$$

Звідки знаходимо: $[q] = \frac{40}{456} = 87,7 \text{ кН/м}$, а без уточнення —

$$[q] = \frac{40}{409} = 97,8 \text{ кН/м}.$$

Тобто, у даному випадку класична теорія дає на 11,5% завищені значення для допустимого навантаження на підсилену балку, що може призвести до передчасного руйнування конструкції. Якщо ж металева смуга не прикріплена жорстко до дерев'яної балки, то тоді, згідно формул [1,3] для визначення контактних тисків між різномодульними матеріалами, тиск, що передається на металеву смугу, дорівнює:

$$p = q \left(1 + \frac{E_1 h_1^3}{E_2 h_2^3} \right)^{-1} = q / 3201 = 3,1 \cdot 10^{-4} \cdot q.$$

Такий тиск є практично нульовим і зовнішнє навантаження сприймається тільки дерев'яною балкою, а металева смуга може працювати лише на розтяг або стиск. Допустиме навантаження для такої балки дорівнюватиме $[q] = 55,3 \text{ кН/м}$, тобто зменшиться у 1,77 рази порівняно із підсиленою.

Таким чином, на основі числових підрахунків, можна стверджувати, що уточнене визначення напружень як у підсиленних

балках, так і у невідсилених, дозволяє дослідити розподіл зовнішнього навантаження на кожен із елементів пакету балок, вплив поперечної анізотропії на загальну міцність кожного елемента балки, надати точніші розрахунки міцності балки, а також точніше визначити гранично допустиме навантаження для таких балок.

1. Аналіз одержаних формул для екстремальних напружень у кожному елементі бруса та максимального прогину його середньої лінії свідчить, що міцність і жорсткість пакету незв'язаних елементів бруса значно знижується порівняно із суцільним брусом.

2. Вплив ортотропії матеріалу на величини нормальних напружень у невідсиленій дерев'яній балці сягає 15,7%. Вплив ортотропії матеріалу на величини переміщень є удвічі вищим і дорівнює 30%. Похибка буде ще більшою для коротших балок.

3. Допустиме навантаження на балку, підсилену 5-ти міліметровою металевою смугою, можна збільшити у 1,77 рази.

4. Жорсткість підсиленої балки за уточненою теорією збільшується у 1,58 разів, тоді як за класичною теорією вона ніби-то мала зрости у 2,05 рази.

1. Ротко С.В., Шваб'юк В.І., Ротко В.О., Матіяшук А.В. До проблеми розробки нових неklasичних теорій згину оболонки, пластин і балок (огляд) Повідомлення 1. Проблеми та принципи побудови класичної та уточнених деформаційних теорій першого рівня для ізотропних пластин і стрижнів / Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві: Збірник наукових праць. – Випуск 5. – Луцьк: Луцький НТУ. 2016 – С. 158 – 165. (0,5 друк. арк.)

2. Ротко В.О., Шваб'юк В.І. Уточнена модель згину короткої ортотропної балки з композитного матеріалу // Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції «Наука і світ» (27.12.2013 - 5.01.2014) – Випуск 5. – «Будівництво та архітектура». – Прага: Видавничий дім «Освіта і наука», 2014. – С.18-21.

3. Тимошенко С.П., Дж. Гере. Механіка матеріалів. Изд.-во «Мир» — М. 1976. С. 610.

4. Шваб'юк В.І. К теорії изгиба коротких трансверсально-изотропных балок // Расчет пространственных строительных конструкций. Куйбышев: КуйИСИ, 1981, в.9, с.86-91.

5. Шваб'юк В.І. Опір матеріалів: підручник — К.: Знання, 2016. — 407 с.

З М І С Т

Pushkar N.V., Pashinsky V.V.,	The influence of solar radiation on the temperature of outdoor metal structures.....	3
Андрійчук О.В., Шимчук О.П., Ужегов С.О., Коукла А., Куницький С.О.	Розвиток будівельної галузі лівії на прикладі реалізації проекту «Велика рукотворна ріка»	9
Андрушков В.І., Кузьмич І.М.	Залежність величини вантажопідйомності бетонної балки від місця її попереднього обтиснен	17
Антипенко Є.Ю., Щербіна Л.В., Жердев С.С.	Порівняльний аналіз конструктивних особливостей сучасних багатопустотних перекриттів	24
Банах А.В., Ткаченко В.Б.	Про непроєктні фактори впливу на напружено-деформований стан будівель і споруд з тривалим терміном експлуатації	32
Бондар В.О., Ахмеднабієв Р.М., Ахмеднабієв Р.Р.	Оптимізація складів бетонів на основі золошлаків котлів з циркуляційним киплячим шаром.....	40
Борисюк О.П., Зятюк Ю.Ю., Лисюк М.О., Крамаренко А.В.	Сумісна робота шарів підсилення залізобетонних балок	50
Валовой О.І., Попруга Д.В., Чорна К.В.	Особливості використання композитної арматури в згинальних бетонних елементах.....	58
Доля К.В.	Визначення пасажирських кореспонденцій в транспортних системах	65
Дробишинець С.Я., Єріфаві Тарек	Методика дослідження фізико-механічних властивостей щебенево-мастикових асфальтобетонів	71
Задорожнікова І.В., Кух С.П.	Методи та способи застосування складних полімерів при підсиленні залізобетонних конструкцій	81

Іванейко І.Д., Мудрий І.Б., Олексів Ю.М.	Методика формування ефективних комплектів стрілових кранів в умовах обмеження терміну будівництва.....	87
Іваник І.Г., Вибранець Ю.Ю., Віхоть С.І.	Розрахунок підсилення перекриття сталезалізо-бетонною конструкцією.....	95
Коверніченко Л.М.	Заповнювачі для бетону і взаємодія їх з водою	103
Коломійчук Г.П., Майстренко О.Ф., Коломійчук В.Г.	Ефективні залізобетонні оболонки і їх вибір для заданого плану будівлі.....	111
Корнієць А.В.	Визначення екологічних факторів для формування та реалізації геоecологічного моніторингу використання земель міст.....	119
Коробко О.О., Вировой В.М., Варич Г.С., Яковенко І.О.	Механізми розвитку структури бетону при малоциклових утомних навантаженнях.....	126
Кріпак В. Д., Антонов Р.Є.	Монолітні плоскі перекриття з порожнистими вкладишами.....	135
Куницький С.О., Пінчук О.Л., Шевченко Т.О., Шевченко А.О., Андрійчук О.В.	Розрахунок та проектування станції водопідготовки	146
Купченко Ю.В., Дібров І.О.	Ефективні елементи сталевих рам двотаврового перерізу	154
Маліков В.В., Панасюк Я.І., Ящук Ю.Ф.	Укріплення ґрунту цементом та добавкою «Hydrostop».....	159
Мікуліч О.А.	Розподіл динамічних напружень у пластинчатих елементах конструкцій з отворами за дії нерівномірного імпульсного навантаження	164

Моркляник Б.В., Проценко П.О., Іваськевич О.М.	Розрахунок несучої здатності одиночної висячої палі при циклічному замерзанні-розмерзанні ґрунту основи при роботі теплового насоса.....	172
Нестеренко С.Г.	Геоінформаційне забезпечення ефективного використання та адміністрування земель міст.....	184
Пасічник Р.В., Пасічник О.С., Матвійчук С.В.	Дослідження факторів, що впливають на пожежну безпеку деревини.....	193
Пашинський М.В.	Запаси територіального районування кліматичних навантажень в ДБН в.1.2-2:2006.....	201
Петраш О.В., Попович Н.М., Соколов І.А., Кривовязько К.В., Ошовська К.О.	Дослідження технології буріння при підготовці основи об'єктів зберігання та переробки нафтопродуктів.....	209
Радзінська Ю.Б.	Теоретичні підходи щодо оцінки інвестиційної привабливості земель міст.....	215
Самчук В.П., Троць В.Я.	Комп'ютерні технології інформаційного моделювання будівель і споруд.....	221
Стоянов В.В., Жгаллі Ш.	Испытание составных оболочек типа гиперболический параболоид из параболических и асимметрических панелей на действие статической нагрузки.....	227
Хільченко О.П.	Залежність властивостей сировинних гранул штучного пористого заповнювача – пульпопору від фізико механічних характеристик техногенної сировини гірничо-металургійних підприємств Кривого Рогу	245
Чапюк О.С., Олех В.В., Орешкін Д.О.	Зчеплення важкого бетону з композитною склопластиковою арматурою покритою водовідштовхувальною композицією «Сілол®».....	253

Чернишев Д.О.	Поліпшення стану «Стійкості щодо зсуву» територій річкового та морського узбережжя в проектах біосферосумісного будівництва.....	261
Шваб'юк В.І., Ротко В.О., Ротко С. В.	Уточнений розрахунок підсилених балок методом приведених перерізів. Повідомлення 2. Уточнений розрахунок пакету балок за некласичною моделлю коротких балок.....	269
Шишкін О.О., Эддин Халид	Реакційні порошкові бетони на змішаному заповнювачі.....	277