

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

УДК 669-42:338.57-047.38

А. В. РАДКЕВИЧ¹, Д. О. БАННІКОВ^{2*}, Н. А. НІКІФОРОВА³

¹ Кафедра «Будівельне виробництво та геодезія», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (056) 373 15 42, ел. пошта a.v.radkevich@ust.edu.ua, ORCID 0000-0001-6325-8517

^{2*} Кафедра «Будівельне виробництво та геодезія», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (063) 400 43 07, ел. пошта d.o.bannikov@ust.edu.ua, ORCID 0000-0002-9019-9679

³ Кафедра «Будівельне виробництво та геодезія», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (050) 500 89 75, ел. пошта n.a.nikiforova@ust.edu.ua, ORCID 0000-0003-1922-8614

ОГЛЯД ЗМІН В СТРУКТУРІ СОРТАМЕНТІВ ТА ВАРТОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОФІЛІВ УКРАЇНИ

Мета. Основною метою публікації є якісний та кількісний аналіз змін, що пов'язані із введенням в дію у вітчизняній нормативній базі на протязі останніх років нових стандартів на сталевий металопрокат. Також додатковою метою є оцінка змін в структурі вартості на окремі види металопрокату в Україні за останні 5 років. **Методика.** Для досягнення основної мети були детально розглянуті як чинні на тепер в Україні стандарти на металопрокат, так і відмінені попередні стандарти. Співставлення стандартів на листові профілі виконувалось за критеріями кількості типорозмірів та самих профілів в стандарті. Співставлення стандартів на фасонні профілі виконувалось за декількома критеріями – кількість наявних типорозмірів профілів, кількість самих профілів, масові показники найбільшого та найменшого профілів, а також показники ефективності (ядрова відстань і квадрат радіуса інерції) найбільшого та найменшого профілів за стандартом. Для оцінки змін в структурі вартості сортаментних профілів різних типів проводилось кількісне співставлення їх абсолютної та відносної ринкової вартості за даними відкритих електронних ресурсів за останні 5 років. **Результати.** На тепер в частині стандартів на сортамент сталевих виробів в Україні йде систематичне та повноцінне оновлення нормативної бази із збереженням власного вітчизняного надбання в повній мірі. Основними проблемними питаннями в частині сортаментної нормативної бази на тепер є необхідність розробки та впровадження стандарту на плоский гарячекатаний ширококутний лист, спеціалізованих і вдосконалених стандартів на гарячекатаний тавр та на холодногнутий квадратний і прямокутний профілі, а також необхідність надання офіційного статусу стандарту на двотаври з паралельними гранями полиць. **Наукова новизна.** В даній публікації виконана теоретична оцінка сучасних змін в чинній нормативній базі України, яка регламентує питання сортаменту сталевих металопрокату. Зокрема проаналізовано 2 типи листового прокату, 5 типів фасонного гарячекатаного прокату і 3 типи фасонних холодногнутих профілів, які є найбільш вживаними для сталевих будівельних конструкцій. Розраховані основні показники ефективності профілів за старими та новими стандартами. **Практична значимість.** В практичній частині виконаного оглядового дослідження оцінено зміни в структурі вартості основних типів сталевих металопрокату за останні 5 років в Україні. Окремо визначені основні проблемні питання чинної сортаментної бази України та надано практичні рекомендації щодо їх усунення.

Ключові слова: сортамент металопрокату; сталевий профіль; сталевий лист; кутик; двотавр; швелер; труба; гнущозварний профіль; вартість сталевих профілів

Вступ

Незважаючи на надзвичайно складну ситуацію, в якій опинилась Україна в останні роки, в галузі будівництва, як і в інших галузях промисловості, продовжується оновлення та вдосконалення вітчизняної нормативної бази. В частині проектування будівельних конструкцій

окрема увага приділяється стандартам на різні види конструкцій як цивільного, так і промислового призначення. Ці стандарти регламентують не тільки питання безпосередньо розрахунків і конструювання, але й питання використання сортаментної бази на різні типи сталевих виробів.

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

За останні роки була переглянута низка стандартів, пов'язаних із виготовленням сталевих листових і фасонних профілів в Україні. В першу чергу зміни торкнулись найбільш розповсюджених видів таких профілів, які частіше за все використовуються при проектуванні різноманітних видів будівельних конструкцій, в тому числі й транспортного призначення – листовий прокат, кутики рівнополичні і нерівнополичні, труби круглі безшовні і електрозварні, гнutoзварні квадратні і прямокутні профілі.

Подібні зміни пов'язані частково із переорієнтацією вітчизняного виробництва на європейську виробничу базу, а частково із відмовою у використанні чинних до недавнього часу стандартів країн СНД. Як наслідок, зміни в сортаментній базі призводять на практиці до необхідності пристосування до них конструктивних рішень будівельних конструкцій. В свою чергу це результується в зміні кількісних техніко-економічних показників будівельних конструкцій, таких як маса і вартість. Додатково, також, можуть змінюватись трудомісткість та строки виготовлення конструкцій, що обумовлено потребою у відшуванні на ринку металопрокату нових профілів, які поки що не достатньо розповсюджені в практиці.

Всі перелічені вище типи профілів дуже широко використовуються у вітчизняній практиці проектування (Банніков, Нікіфорова, & Леонтієва, 2023; Savchenko, Bannikov, & Kirpa, 2018; Radkevych, Tiutkin, Kuprii, & Bielikova, 2022; Alkhdour, Yasin, & Tiutkin, 2023). Проте теорія їх формоутворення на тепер дещо зупинилась в своєму розвитку. Основна увага фахівців спрямована на вдосконалення геометричної форми та розмірів холодногнутих профілів (Yurchenko, & Peleshko, 2022; Bilyk, & Yurchenko, 2020; Yurchenko, & Peleshko, 2021; Качуренко, & Банніков, 2014). Аналогічна ситуація спостерігається і в закордонній практиці, проте дослідження там проводяться значно в більшому обсязі (Ammash, 2017; Becque, 2019; Bilyk, & Yurchenko, 2020; Gatheeshgar, Poologanathan, Gunalan, Shyha, Tsavdaridis, & Corradi, 2020; Gatheeshgar, Poologanathan, Gunalan, Tsavdaridis, Nagarathnam, & Iacovidou, 2020; Lee, Kim, Park, & Woo, 2005; Leng, Guest, & Schafer, 2011; Leng, Li, Guest, & Schafer, 2014; Liang, Roy, Fang, & Lim, 2022; Moharrami, Louhghalam, Tootkaboni, 2014; Mojtabaei, Ye, &

Hajirasouliha, 2019; Parastesh, Hajirasouliha, Taji, & Bagheri Sabbagh, 2019; Parastesh, Mojtabaei, Taji, Hajirasouliha, & Sabbagh, 2021; Wang, Bosco, Gilbert, Guan, & Teh, 2016; Wang, Gilbert, Guan, & Teh, 2016; Ye, Hajirasouliha, Becque, & Pilakoutas, 2016; Ye, Mojtabaei, & Hajirasouliha, 2018; Yurchenko, & Peleshko, 2022).

Також слід заважити, що за останні 5 років суттєво змінилась й сама структура цін на різні типи профілів на ринку України. Причому зміни пов'язані не тільки із здорожченням металопрокату, а й і з нерівномірним підвищенням цін на різні види профілів в залежності від попиту на них з боку замовників.

Мета

Зважаючи на вищевикладене, основною метою дослідження є якісний та кількісний аналіз змін, що пов'язані із введенням в дію у вітчизняній нормативній базі нових стандартів на сталеві листові і фасонні профілі.

Також додатковою метою є оцінка змін в структурі вартості на окремі види металопрокату в Україні за останні 5 років.

Методика

Розглянемо більш детально ті зміни, які пов'язані із введенням в дію нових стандартів України на сталевий металопрокат. В цілому зміни передбачають зменшення або збільшення кроку виробів, тобто додавання або вилучення окремих типорозмірів профілів. Інші типорозміри профілів залишаються при цьому без змін. Причому для різних видів сталевих профілів крок змінюється неоднаково і суттєво залежить від орієнтації на виробників сортаментної продукції.

1. Лист плоский горячекатаний.

На тепер в Україні чинними є стандарт (ДСТУ 4747:2007 (EN 10058:2003, NEQ), 2007), який регламентує сортамент штабового листа. Він включає 605 типорозмірів листа, перелік яких починається із профілю -10×5 і закінчується профілем -200×60 . Порівняно з попередньо діючим стандартом (ГОСТ 103-76*), в новому стандарті збережено всі ті ж самі типорозміри і товщини профілів, проте деякі товщини для листів певної ширини вилучено. За рахунок цього загальна кількість профілів зменшена з 712.

Стосовно широкоштабової сталі з шириною листа більше 200 мм, то на тепер в Україні відмінений стандарт, який регламентував такі профілі. Проте чинним є стандарт (ДСТУ 8540:2015, 2016), який регламентує листовий прокат, починаючи із ширини 500 мм. Мінімальним є профіль $-500 \times 0,4$, а максимальним – 4400×160 . Стандарт включає 4280 типорозмірів листа.

Як наслідок, фактично складається ситуація, що листовий прокат з шириною від 200 мм до 500 мм офіційно не регламентується на тепер жодним стандартом в Україні. Тому його використання в практиці проектування для будівельних конструкцій викликає більше питань, ніж відповідей.

2. Лист плоский холоднокатаний.

Такий лист до недавнього часу використовувався для будівельних конструкцій досить звужено, проте у зв'язку із розширенням сфери його застосування в Україні був введений в дію новий стандарт (ДСТУ 8971:2019, 2021). Він включає 884 типорозміра листа, перелік яких починається із профілю $-500 \times 0,35$ і закінчується профілем -2350×5 .

3. Кутик рівнополічний гарячекатаний.

На тепер в Україні чинним є стандарт (ДСТУ 2251:2018, 2018). Він включає 27 типорозмірів кутикових профілів при їх загальній кількості 144. Їх перелік починається із профілю $\perp 20 \times 20 \times 3$ і закінчується профілем $\perp 250 \times 250 \times 35$. Порівняно з попередньо діючим стандартом (ДСТУ 2251-93 (ГОСТ 8509-93), 1993), в новому стандарті додано 3 типорозміра профілів, а також збільшено кількість товщин профілів в межах одного типорозміру. Загальна кількість профілів збільшена з 89. Основні додані типорозміри – кутики 120×120 (5 товщин), 130×130 (11 товщин), 150×150 (11 товщин).

4. Кутик нерівнополічний гарячекатаний.

На тепер в Україні чинним є стандарт (ДСТУ 8769:2018, 2018). Він включає 18 типорозмірів кутикових профілів при їх загальній кількості 48. Їх перелік починається із профілю $\perp 25 \times 16 \times 3$ і закінчується профілем $\perp 200 \times 125 \times 16$. Порівняно з попередньо діючим стандартом (ГОСТ 8510-86*), в новому стандарті прибрано 5 типорозмірів профілів. Загальна кількість профілів зменшена з 62. Основні вилучені типорозміри – кутики 30×20 (2 товщини), 40×30

(2 товщини), 65×50 (4 товщини), 80×60 (3 товщини), 100×65 (3 товщини).

5. Швелер гарячекатаний.

На тепер в Україні чинним є стандарт (ДСТУ 3436-96 (ГОСТ 8240-97), 2004). Він збережений без змін і включає 18 типорозмірів швелерних профілів з ухилом внутрішніх граней полиць, 18 типорозмірів швелерних профілів з паралельними гранями полиць, 16 типорозмірів швелерних профілів економічної серії з паралельними гранями полиць, 9 типорозмірів швелерних профілів легкої серії з паралельними гранями полиць і 17 типорозмірів швелерних профілів спеціальної серії. Найменшим по усіх серіях є профіль № 5, а найбільшим – профіль № 40.

6. Двотавр гарячекатаний.

На тепер в Україні чинним є стандарт (ДСТУ 8768:2018, 2018). Порівняно із попередньо діючим стандартом (ГОСТ 8239-89) нових змін в ньому не передбачено. Стандарт включає 17 типорозмірів двотаврових профілів з ухилом внутрішніх граней полиць. Найменшим є профіль № 10, а найбільшим – профіль № 60.

Щодо двотаврових профілів з паралельними гранями полиць, які є дуже розповсюдженими у вітчизняній практиці проектування, то чинний до 2019 року стандарт (ГОСТ 26020-83) на тепер є скасованим. Він містив профілі чотирьох видів – балкові в кількості 19 типорозмірів (37 профілів, починаючи з № 10 і закінчуючи № 100), широкополічні в кількості 9 типорозмірів (26 профілів, починаючи з № 20 і закінчуючи № 70), колонні в кількості 6 типорозмірів (18 профілів, починаючи із з № 20 і закінчуючи № 40) і додаткової серії в кількості 10 типорозмірів (10 профілів, починаючи із № 24 і закінчуючи № 50). Проте на тепер нового стандарту або вдосконаленого варіанту старого стандарту не запропоновано. Як наслідок виникає цікава ситуація, пов'язана із законодавчою можливістю використовувати двотаврові профілі із паралельним гранями полиць, особливо для нових видів сталевих будівельних конструкцій. Хоча їх економічна ефективність та доцільність були неодноразово обґрунтовані у спеціалізованій літературі (Металеві конструкції. Загальний курс, 2010; Клименко, Барабаш, & Стороженко, 2002).

7. Труба кругла бесшовна.

На тепер в Україні чинним є стандарт

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

(ДСТУ 8938:2019, 2020). Він включає 56 типорозмірів трубних профілів при їх загальній кількості 1513. Їх перелік починається із профілю $\circ 32 \times 2,5$ і закінчується профілем $\circ 530 \times 75$. Порівняно з попередньо діючим стандартом (ГОСТ 8732-78*), в новому стандарті вилучено 5 типорозмірів і додано 17 нових типорозмірів профілів. Загальна кількість профілів збільшена з 803. При цьому були вилучені типорозміри – труби 25 (11 товщин), 28 (11 товщин), 450 (23 товщини), 480 (18 товщин), 500 (18 товщин). Основні додані типорозміри – труби 33,7 (15 товщин), 35 (15 товщин), 40 (15 товщин), 42,4 (19 товщин), 44,5 (19 товщин), 48,3 (19 товщин), 51 (16 товщин), 60 (20 товщин), 60,3 (20 товщин), 82,5 (23 товщини), 104 (25 товщин), 165 (31 товщина), 178 (35 товщин), 324 (38 товщин), 356 (36 товщин), 406 (35 товщин), 508 (34 товщини).

8. Труба кругла електрозварна прямошовна.

На тепер в Україні чинним є стандарт (ДСТУ 8943:2019, 2020). Він включає 67 типорозмірів трубних профілів при їх загальній кількості 732. Їх перелік починається із профілю $\circ 10 \times 1$ і закінчується профілем $\circ 530 \times 20$. Порівняно з попередньо діючим стандартом (ГОСТ 10704-91). В новому стандарті вилучено 8 типорозмірів і додано 3 нових типорозміри профілів. Загальна кількість профілів збільшена з 730. При цьому були вилучені типорозміри великих діаметрів – труби 630 (13 товщин), 720 (23 товщини), 820 (22 товщини), 920 (13 товщин), 1020 (24 товщини), 1120 (12 товщин), 1220 (11 товщин), 1420 (10 товщин). Основні додані типорозміри – труби 15 (5 товщин), 17 (5 товщин), 23 (9 товщин), 478 (9 товщин).

9. Квадратний гнutoзварний профіль.

На тепер в Україні чинним є стандарт (Б В.2.6-8-95, 1996). Він включає 10 типорозмірів квадратних профілів при їх загальній кількості 59. Їх перелік починається із профілю $\square 50 \times 50 \times 2$ і закінчується профілем $\square 300 \times 300 \times 14$. Фактично, даний стандарт є вимушеним кроком назад, порівняно з попередньо діючим стандартом (ГОСТ 30245-2003). В чинному стандарті відсутні 5 типорозмірів профілів і загальна кількість профілів зменшена зі 155. При цьому були вилучені типорозміри – квадрат 40×40 (5 товщин), 60×60 (9 товщин), 70×70 (11 товщин), 90×90 (11 товщин), 150×150 (9 товщин). До того ж по всіх інших типорозмі-

рах профілів (квадрат 50×50, 80×80, 100×100, 120×120, 140×140, 160×160, 180×180, 200×200, 250×250, 300×300) перелік задіяних товщин виявляється скороченим приблизно вдвічі. Звісно, що така ситуація суттєво ускладнює використання в практиці профілів такого типу, тим більше, що ці профілі є досить розповсюдженими для несучих конструкцій покриттів, наприклад, таких як кроквяні ферми.

10. Прямокутний гнutoзварний профіль.

Чинний стандарт (Б В.2.6-8-95, 1996), який регламентує застосування квадратних гнutoзварних профілів, також регламентує і застосування прямокутних гнutoзварних профілів. Тому в цілому ситуація з такими профілями виявляється аналогічною. Стандарт включає 18 типорозмірів прямокутних профілів при їх загальній кількості 72. Їх перелік починається із профілю $\square 60 \times 40 \times 2$ і закінчується профілем $\square 400 \times 200 \times 14$. Порівняно із попереднім діючим стандартом (ГОСТ 30245-2003), в чинному стандарті відсутні 32 типорозміри профілів і загальна кількість профілів зменшена з 425. При цьому були вилучені типорозміри – прямокутник 50×25 (5 товщин), 50×30 (6 товщин), 50×40 (7 товщин), 60×30 (9 товщин), 70×50 (9 товщин), 80×40 (9 товщин), 80×60 (11 товщин), 80×70 (9 товщин), 90×50 (9 товщин), 90×60 (8 товщин), 100×40 (9 товщин), 100×50 (9 товщин), 120×40 (9 товщин), 120×60 (9 товщин), 140×120 (9 товщин), 150×100 (7 товщин), 160×40 (9 товщин), 160×100 (9 товщин), 160×140 (7 товщин), 160×80 (9 товщин), 200×40 (7 товщин), 200×80 (9 товщин), 200×100 (9 товщин), 220×100 (9 товщин), 220×140 (9 товщин), 240×120 (7 товщин), 240×160 (13 товщин), 250×150 (5 товщин), 260×130 (13 товщин), 300×100 (9 товщин), 350×250 (13 товщин), 350×300 (13 товщин). Як і для квадратних профілів, по всіх інших типорозмірах (прямокутник 60×40, 100×60, 120×80, 140×60, 140×100, 160×80, 160×120, 180×60, 180×100, 180×140, 200×120, 200×160, 300×200, 320×180, 340×160, 340×260, 380×220, 400×200) перелік задіяних товщин виявляється скороченим приблизно вдвічі.

Слід зауважити, що в закордонній практиці найбільш близькими до розглянутих вище вітчизняних стандартів на сортамент металопр-

кату є стандарт Індії (IS 808, 2002). Проте він виявився настільки універсальним в практиці проектування, що практично не зазнає змін на протязі вже майже 20 років (Gaidaichuk, Bannikov, Radkevych, & Muntian, 2019; Гайдаичук, Банніков, Радкевич, & Мунтян, 2019). Навіть національні норми Індії (IS 1893-1, 2002; IS 875-3, 2015; IS 875-5, 1988) передбачають його використання на законодавчому рівні. Відповідно, будівельні конструкції, виготовлені для місцевих умов, також повністю орієнтовані суто на національну систему стандартів сортаменту металопрокату (Bannikov, Radkevich, & Nikiforova, 2019).

У вітчизняній практиці чинні національні стандарти України в галузі проектування сталевих конструкцій (ДБН В.1.2-14:2018, 2018; ДБН В.2.6-198:2014, 2014) не передбачають обов'язкового використання суто вітчизняного сортаменту. Як наслідок, необгрунтовані конструктивні рішення, а то й відверті помилки в проектуванні, призводять до доволі сумних наслідків (Банніков, 2019).

Результати

Підсумовуючи результати вищевикладеної інформації стосовно сучасного стану основних типів сталевих профілів металопрокату відповідно до чинних стандартів України, представимо ці результати у вигляді зведеної таблиці – табл. 1. В ній окрім інформації про чинні стандарти профілів та їх кількісні показники, наведено дані про масові показники та показники ефективності поперечних перерізів найменшого та найбільшого профілю за сортаментом. В якості показників ефективності прийнято два найбільш розповсюджених показника – за рівнем міцності (ядрова відстань ρ) і за рівнем жорсткості (квадрат радіуса інерції ω), які обчислюються за виразами

$$\rho = \frac{W_x}{A}, \quad (1)$$

$$\omega = \frac{I_x}{A} = i_x^2, \quad (2)$$

де W_x – момент опору перерізу профілю відносно горизонтальної головної осі (для кутикових профілів прийнято мінімальне значення відносно головної осі); I_x – момент інерції перерізу профілю відносно горизонтальної головної осі (для кутикових профілів прийнято міні-

мальне значення відносно головної осі); A – площа поперечного перерізу профілю; i_x – радіус інерції перерізу профілю відносно горизонтальної головної осі (для кутикових профілів прийнято мінімальне значення відносно головної осі).

З аналізу наведених в табл. 1 даних видно, що розкид показників ефективності сортаментних профілів для чинних та відмінених стандартів не є дуже суттєвим. Основна проблема полягає, як вже відмічалось вище, у відсутності певних чинних стандартів за рядом профілів або їх невідповідності сучасним вимогам до проектно-конструкторських рішень будівельних конструкцій.

Окремо слід додати, що приведення національного сортаменту України до відповідності стандартам передових розвинених країн в цьому питанні, є доволі важливою та актуальною задачею відбудови країни. В якості першочергового орієнтиру можливо прийняти, наприклад, стандарти на сортаменти Канади (Handbook of Steel Construction, 2014), що є доволі розвиненими як в частині типорозмірів профілів, так і їх кількості. Зокрема вони передбачають використання прокатних таврових профілів, які також до недавнього часу ще фігурували на ринку України у відповідності до галузевого стандарту (ТУ 14-2-685-86), але на жаль, так і не знайшли свого офіційного визнання на державному рівні.

Щодо економічної складової, то сучасна соціально-політична ситуація в Україні призвела до суттєвих та неконтрольованих змін в структурі як загальної вартості металопрокату, так і окремих видів профілів. Основні дані по вартості металопрокату для різних типів сортаментних профілів в 2018 році наведені в роботі (Kruhlikova, & Bannikov, 2019).

За більш ніж 5 років, які минули з цього часу, частина підприємств припинила випуск продукції металопрокату, частина переорієнтувалась на інші виробництва, а частина продовжила випуск продукції, але в менших обсягах. З цим і пов'язані зміни в структурі вартості сортаментних виробів різноманітного типу й призначення. Всі вони представлені в узагальненому вигляді на графіку (рис. 1). Видно, що в цілому відбулося суттєве здорожчання металопрокату (майже в 3 рази за окремими видами профілів) в 2022 році, але деяке зниження вартості в 2023 році.

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

Таблиця 1

Основні показники фасонних профілів сортаменту

№ пор	Тип профілю	Стандарт чинний/ попередній	Кількість типорозмірів	Кількість профілів	Маса 1 м, кг	Ядрова відстань ρ , см	Квадрат радіуса інерції ω , см ²	
1	Кутік рівнополичний	ДСТУ 2251:2018	27	144	0,89	0,18	0,15	
					128,51	2,24	23,72	
		ДСТУ 2251-93	24	89	0,89	0,18	0,15	128,51
2	Кутік нерівнополичний	ДСТУ 8769:2018	18	48	0,91	0,14	0,12	
					39,07	1,08	7,40	
		ГОСТ 8510-86*	13	62	0,91	0,14	0,12	39,07
3	Швелер: - з ухилом граней полиць	ДСТУ 3436-96	18	18	4,84	1,47	3,69	
					48,30	12,37	246,49	
	- з паралельними гранями полиць	ДСТУ 3436-96	18	18	4,84	1,48	3,69	
					48,30	12,41	249,64	
	- економічний з паралельними гранями полиць	ДСТУ 3436-96	16	16	4,79	1,50	3,76	
					47,97	12,52	250,59	
- легкий з паралельними гранями полиць	ДСТУ 3436-96	9	9	5,02	3,52	21,16		
				19,07	8,74	131,10		
- спеціальний з паралельними гранями полиць	ДСТУ 3436-96	17	17	9,26	2,45	9,80		
				43,86	8,29	124,32		
4	Двотавр: - з ухилом граней полиць	ДСТУ 8768:2018	17	17	16,48	3,31	9,46	
					556,96	18,55	108,00	
	- з паралельними гранями полиць (балковий)	-	19	37	16,48	3,31	9,46	
					556,96	18,55	108,00	
	- з паралельними гранями полиць (широкополичний)	-	9	26	8,10	3,31	16,56	
					314,50	32,35	432,64	
- з паралельними гранями полиць (колонний)	ГОСТ 26020-83	6	18	30,60	7,06	68,23		
				305,90	23,63	848,56		
- з паралельними гранями полиць (додаткової серії)	ГОСТ 26020-83	10	10	41,50	7,42	72,25		
				291,20	15,21	327,61		
5	Труба кругла безшовна	ДСТУ 8938:2019	56	1513	1,82	0,69	1,10	
					841,57	10,03	265,69	
		ГОСТ 8732-78*	68	803	1,39	0,51	0,64	841,57
6	Труба кругла прямошовна	ДСТУ 8943:2019	67	732	0,22	0,21	0,10	
					251,55	12,29	325,80	
		ГОСТ 10704-91	63	730	0,22	0,21	0,10	690,52
7	Квадрат гнutoзварний	ДСТУ Б В.2.6-8-95	10	59	3,00	1,46	3,84	
					122,00	8,94	134,10	
		ГОСТ 30245-2003	15	155	2,31	1,18	2,37	103,70
8	Прямокутник гнutoзварний	ДСТУ Б В.2.6-8-95	18	72	3,00	1,63	4,97	
					122,00	9,97	198,81	
		ГОСТ 30245-2003	104	425	2,15	1,22	3,06	103,70

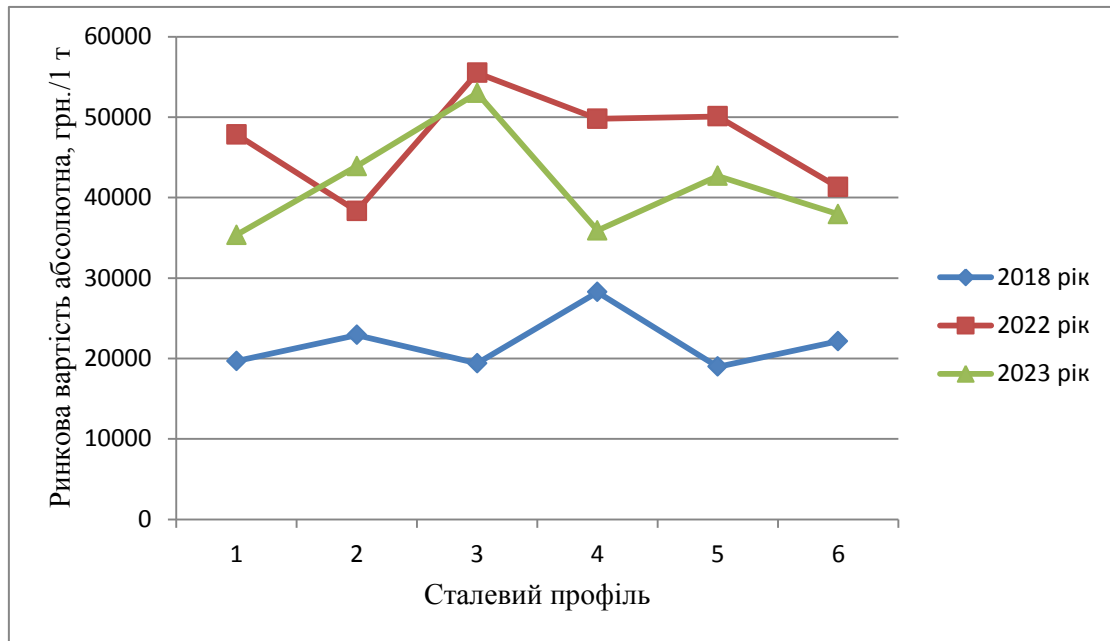


Рис. 1. Абсолютна ринкова вартість сталевих профілів на ринку металопрокату України:

1 – лист плоский гарячекатаний; 2 – кутик рівнополічний гарячекатаний; 3 – двотавр гарячекатаний; 4 – труба кругла бесшовна; 5 – труба кругла електрозварна прямошовна; 6 – квадрат гнutoзварний

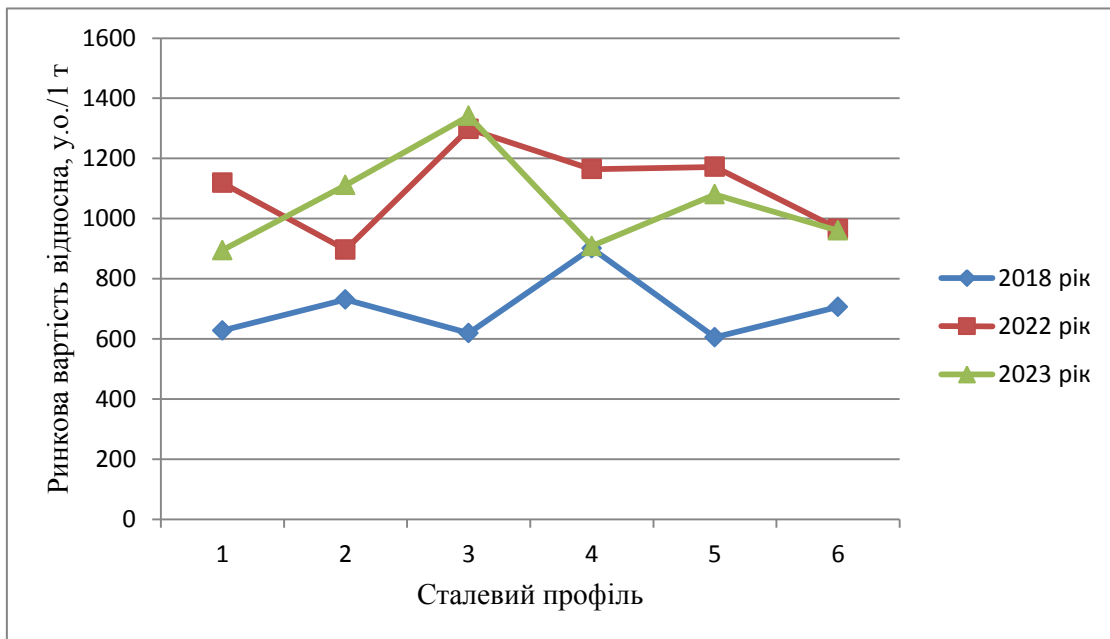


Рис. 2. Відносна ринкова вартість сталевих профілів на ринку металопрокату України:

1 – лист плоский гарячекатаний; 2 – кутик рівнополічний гарячекатаний; 3 – двотавр гарячекатаний; 4 – труба кругла бесшовна; 5 – труба кругла електрозварна прямошовна; 6 – квадрат гнutoзварний

З урахуванням змін в курсі гривні до європейської валюти (євро) відносні зміни в структурі вартості металопрокату за цей же період часу представлені на графіку (рис. 2). В цілому структура здорожчення аналогічна до абсолютних показників, єдина відмінність полягає в кількісно меншому рівні зміни вартості.

Наукова новизна та практична значимість

Таким чином, в даній публікації виконана теоретична оцінка сучасних змін в чинній нормативній базі України, яка регламентує питання сортаменту сталевих металопрокату. Зокрема проаналізовано 2 типи листового прокату, 5 типів фасонного гарячекатаного прокату і 3 типи фасонних холодногнутих профілів, які є найбільш вживаними для сталевих будівельних конструкцій. Розраховані основні показники ефективності профілів за старими та новими стандартами.

В практичній частині оцінено зміни в структурі вартості основних типів сталевих металопрокату за останні 5 років в Україні.

Окремо визначені основні проблемні питання чинної сортаментної бази України та надано практичні рекомендації щодо їх усунення.

Висновки

1. На тепер в частині стандартів на сортамент сталевих виробів в Україні йде систематичне та повноцінне оновлення нормативної бази. Старі стандарти замінюються новими національними стандартами, орієнтованими на національні виробничі потужності. Відбувається відмова від стандартів країн СНД та переорієнтація на європейське виробництво, але із збереженням власного вітчизняного надбання в повній мірі.

2. Основними проблемними питаннями в частині сортаментної нормативної бази на тепер є:

- необхідність розробки та впровадження стандарту на плоский гарячекатаний широколистовий лист;

- необхідність вдосконалення сортаменту на гарячекатаний двотавр і швелер в частині розширення його асортименту;

- необхідність надання офіційного статусу стандарту на двотаври з паралельними гранями полиць;

- необхідність розробки і впровадження спеціалізованого стандарту на гарячекатаний тавр, який зорієнтований на використання для конструкцій з деревини;

- необхідність розробки і впровадження вдосконаленого стандарту на холодногнутий квадратний і прямокутний профілі в частині їх прив'язки до вітчизняної виробничої бази.

3. За останні 5 років в Україні підвищилась ринкова ціна на сталевий прокат. При цьому здорожчення відбулось нерівномірно і найбільше (майже в 3 рази) збільшилась вартість двотаврового профілю, а найменше (в 1,5 рази) куткового профілю. Приблизно аналогічним чином зросла й відносна ринкова вартість цих профілів з урахуванням змін в курсі національної валюти України (гривні) до європейської валюти (євро).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Alkhdour, A., Yasin, A.A., & Tiutkin, O. (2023). Rational design solutions for deep excavations using soil nail wall systems. *Mining of Mineral Deposits*, 17(3), 110-118.
- Ammash, H. K. (2017). Shape optimization of innovation cold-formed steel columns under uniaxial compressive loading. *Jordan Journal of Civil Engineering*, 11, 3.
- Bannikov, D., Radkevich, A., & Nikiforova, N. (2019). Features of the Design of Steel Frame Structures in India for Seismic Areas. *Materials Science Forum*. Trans Tech Publications LTD, 968, 348-354.
- Becque, J. (2019). Optimization of cold-formed steel products: Achievements, challenges and opportunities. *CE/PAPERS*, 23, 211-218.
- Bilyk, S. I., & Yurchenko, V. V. (2020). Size optimization of single edge folds for cold-formed structural members. *Опір матеріалів і теорія споруд*, 105, 73-86.
- Handbook of Steel Construction. (2014). 11th edition. CISC-ICCA.
- Gaidaichuk, V., Bannikov, D., Radkevych, A., & Muntian, A. (2019). Efficiency estimation of the shaped hot rolled steel product mix of India and Ukraine. *Будівельні конструкції. Теорія і практика*. Київ: вид-во КНУБА, 4, 4-9.
- Gatheeshgar, P., Poologanathan, K., Gunalan, S., Shyha, I., Tsavdaridis, K. D., & Corradi, M. (2020). Optimal design of cold-formed steel lipped channel

- beams: Combined bending, shear, and web crippling. *Structures*, 28, 825-836.
- Gatheeshgar, P., Poologanathan, K., Gunalan, S., Tsavdaridis, K. D., Nagaratnam, B., & Iacovidou, E. (2020). Optimised cold-formed steel beams in modular building applications. *Journal of Building Engineering*, 32, 101607.
- IS 1893-1 (2002). *Criteria for earthquake resistant design of structures: fifth rev.* New Delhi: BIS.
- IS 875-3 (2015). *Code of practice for design loads (other than earthquake) for buildings and structures. Part 3 – Wind loads: second rev.* New Delhi: BIS.
- IS 808 (2002). *Dimensions for hot rolled steel beam, column, channel and angle sections: third rev.* New Delhi: BIS.
- IS 875-5 (1988). *Code of practice for design loads (other than earthquake) for buildings and structures. Part 5 – Special loads and load combinations: second rev.* New Delhi: BIS.
- Kruhlikova, N. G., & Bannikov, D. O. (2019). Rational design of shot-span industrial building roof for reconstruction conditions. *Наука та прогрес транспорту*, 2 (80), 144-152.
- Lee, J., Kim, S. M., Park, H. S., & Woo, B. H. (2005). Optimum design of cold-formed steel channel beams using micro Genetic Algorithm. *Engineering Structures*, 27, 17-24.
- Leng, J., Guest, J. K., & Schafer, B. W. (2011). Shape optimization of cold-formed steel columns. *Thin-Walled Structures*, 49, 1492-1503.
- Leng, J., Li, Z., Guest, J. K., & Schafer, B. W. (2014). Shape optimization of cold-formed steel columns with fabrication and geometric endues constraints. *Thin-Walled Structures*, 85, 271-290.
- Liang, H., Roy, K., Fang, Z., & Lim, J. B. P. (2022). A Critical Review on Optimization of Cold-Formed Steel Members for Better Structural and Thermal Performances. *Buildings*, 12, 34.
- Moharrami, M., Louhghalam, A., & Tootkaboni, M. (2014). Optimal folding of cold formed steel cross sections under compression. *Thin-Walled Structures*, 76, 145-156.
- Mojtabaei, S. M., Ye, J., & Hajirasouliha, I. (2019). Development of optimum cold-formed steel beams for serviceability and ultimate limit states using Big Bang-Big Crunch optimization. *Engineering Structures*, 195, 172-181.
- Parastesh, H., Hajirasouliha, I., Taji, H., & Bagheri Sabbagh, A. (2019). Shape optimization of cold-formed steel beam-columns with practical and manufacturing constraints. *Journal of Constructional Steel Research*, 155, 249-259.
- Parastesh, H., M. Mojtabaei, S., Taji, H., Hajirasouliha, I., & B. Sabbagh, A. (2021). Constrained optimization of anti-symmetric cold-formed steel beam-column sections. *Engineering Structures*, 228, 111452.
- Radkevych, A., Tiutkin, O., Kuprii, V., & Bielikova, S. (2022). The comparative analysis of the stress-strain state of the support of the escalator tunnel constructed in weak soils by the NATM. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 970, 012002.
- Savchenko, R. A., Bannikov, D. O., & Kirpa, I. I. (2018). Rational altitude structure for placing the wind equipment in the conditions of Ukraine. *Наука та прогрес транспорту*, 2 (74), 147-155.
- Wang, B., Bosco, G. L., Gilbert, B. P., Guan, H., & Teh, L. H. (2016). Unconstrained shape optimization of singly-symmetric and open cold-formed steel beams and beam-columns. *Thin-Walled Structures*, 104, 54-61.
- Wang, B., Gilbert, B. P., Guan, H., & Teh, L. H. (2016). Shape optimisation of manufacturable and usable cold-formed steel singly-symmetric and open columns. *Thin-Walled Structures*, 109, 271-284.
- Ye, J., Hajirasouliha, I., Becque, J., & Pilakoutas, K. (2016). Development of more efficient coldformed steel channel sections in bending. *Thin-Walled Structures*, 101, 1-13.
- Ye, J., Mojtabaei, S. M., & Hajirasouliha, I. (2018). Local-flexural interactive buckling of standard and optimised cold-formed steel columns. *Journal of Constructional Steel Research*, 144, 106-118.
- Yurchenko, V. V., & Peleshko, I. D. (2022). Searching for a compromise solution in cross-section size optimization problems of cold-formed steel structural members. *Опір матеріалів і теорія споруд*, 109, 72-92.
- Yurchenko, V., & Peleshko, I. (2021). Methodology for solving parametric optimization problems of steel structures. *Magazine of Civil Engineering*, 107(7), 10705.
- ДБН В.1.2-14:2018 (2018). *Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд*. Київ: Мінрегіонбуд та ЖКГ.
- ДБН В.2.6-198:2014 (2014). *Сталеві конструкції. Норми проектування. Зі зміною № 1*. Київ: Мінрегіонбуд України.
- ДСТУ 2251:2018 (2018). *Кутики сталеві гарячекатані рівнополічні. Сортамент*. Київ: ДП «УкрНДНЦ».
- ДСТУ 2251-93 (ГОСТ 8509-93). (1993). *Кутики сталеві гарячекатані рівнополічні. Сортамент*. Київ: Держстандарт України.
- ДСТУ 3436-96 (ГОСТ 8240-97). (2004). *Швелери сталеві гарячекатані. Сортамент*. Київ: Держстандарт України.

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

- ДСТУ 4747:2007 (EN 10058:2003, NEQ). (2007). *Прокат сортовий сталевий гарячекатаний штабовий. Сортамент*. Київ: Держспоживстандарт України.
- ДСТУ 8540:2015 (2016). *Прокат листовий гарячекатаний. Сортамент*. Київ: ДП «УкрНДНЦ».
- ДСТУ 8768:2018 (2018). *Двотаври сталеві гарячекатані. Сортамент*. Київ: ДП «УкрНДНЦ».
- ДСТУ 8769:2018 (2018). *Кутики сталеві гарячекатані нерівнополічні. Сортамент*. Київ: ДП «УкрНДНЦ».
- ДСТУ 8938:2019 (2020). *Труби сталеві безшовні гарячедеформовані. Технічні умови*. Київ: ДП «УкрНДНЦ».
- ДСТУ 8943:2019 (2020). *Труби сталеві електрозварні. Технічні умови*. Київ: ДП «УкрНДНЦ».
- ДСТУ 8971:2019 (2021). *Прокат листовий холоднокатаний. Основні параметри і розміри*. Київ: ДП «УкрНДНЦ».
- ДСТУ Б В.2.6-8-95 (1996). *Будівельні конструкції. Профілі сталеві гнуті замкнуті зварні квадратні і прямокутні для будівельних конструкцій. Технічні умови*. Київ: ДП «УкрНДНЦ».
- Банніков, Д. О. (2019). Аварії та відмови сталевих тонкостінних циліндричних силосів для зернових культур. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*, 15, 6-17.
- Банніков, Д. О. (2009). *Вертикальные жесткие стальные емкости: современные концепции формообразования*. Днепропетровск: Монолит, 186.
- Банніков, Д. О., & Гезенцевей, Ю. І. (2023). Оцінка якості проектування конструктивних рішень сталевих будівель і споруд. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*, 23, 28-36.
- Банніков, Д. О., Нікіфорова, Н. А., & Леонтієва, І. В. (2023). Співставлення ефективності сталевих та комбінованих каркасів. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*, 1, 51, 182-193.
- Гайдайчук, В. В., Банніков, Д. О., Радкевич, А. В., & Мунтян, А. О. (2019). Оцінка ефективності сортаменту фасонного металопрокату Індії та України. *Містобудування та територіальне планування*. Київ: вид-во КНУБА, 71, 105-114.
- Качуренко, В. В. & Банніков, Д. О. (2014). Ефективний гофрований профіль для сталевих ємностей. *Будівельне виробництво*. Київ: Компрінт, 56, 56-60.
- Клименко, Ф. Є., Барабаш, В. М., & Стороженко, Л. І. (2002). *Металеві конструкції: підручник*. 2-ге вид. / За ред. Ф. Є. Клименка. Львів: Світ.
- Металеві конструкції. Загальний курс: підручник. (2010). / О. О. Нілов та ін. 2-ге вид. / Під заг. ред. О. О. Нілова і О. В. Шимановського. Київ: Сталь.

A. V. RADKEVYCH¹, D. O. BANNIKOV^{2*}, N. A. NIKIFOROVA³

¹ Department «Construction Production and Geodesy», Ukrainian State University of Science and Technologies, Lazaryan St., 2, Dnipro, Ukraine, 49010, tel. +38 (056) 373 15 42, e-mail a.v.radkevich@ust.edu.ua, ORCID 0000-0001-6325-8517

^{2*} Department «Construction Production and Geodesy», Ukrainian State University of Science and Technologies, Lazaryan St., 2, Dnipro, Ukraine, 49010, tel. +38 (063) 400 43 07, e-mail d.o.bannikov@ust.edu.ua, ORCID 0000-0002-9019-9679

³ Department «Construction Production and Geodesy», Ukrainian State University of Science and Technologies, Lazaryan St., 2, Dnipro, Ukraine, 49010, tel. +38 (050) 500 89 75, e-mail n.a.nikiforova@ust.edu.ua, ORCID 0000-0003-1922-8614

OVERVIEW OF CHANGES IN THE STRUCTURE OF ASSORTMENTS AND COSTS OF BUILDING PROFILES IN UKRAINE

Purpose. The main purpose of the publication is a qualitative and quantitative analysis of the changes associated with the implementation of new standards for rolled steel in recent years in the domestic regulatory framework. Also, an additional purpose is to estimate changes in the cost structure of certain types of rolled metal in Ukraine over the past 5 years. **Methodology.** In order to achieve the main purpose, both the rolled steel standards currently in force in Ukraine and the canceled previous standards were examined in detail. Comparison of standards for sheet profiles was carried out according to the criteria of the number of standard sizes and the profiles themselves in the standard. Comparison of standards for shaped profiles was carried out according to several criteria – the number of available standard sizes of profiles, the number of profiles themselves, the mass indicators of the largest and smallest profiles, as well as the efficiency indicators (nuclear distance and the square of the radius of inertia) of the largest and smallest profiles according to the standard. To assess changes in the cost structure of assortment profiles of various types, a quantitative comparison of their absolute and relative market value was carried out based on data from

open electronic resources for the past 5 years. **Findings.** At present, in the part of standards for the range of steel products in Ukraine, a systematic and full-fledged update of the regulatory framework is taking place, with the full preservation of our own national heritage. The need to develop and implement a standard for flat hot-rolled broad-banded sheet, specialized and improved standards for hot-rolled bars and for cold-bent square and rectangular profiles, as well as the need to provide the official status of the standard for I-bars with parallel edges of the shelves are the main problematic issues in the part of the assortment normative base at the moment. **Originality.** In this publication, a theoretical estimation of modern changes in the current normative base of Ukraine, which regulates the issue of the range of steel rolled metal, is presented. In particular, 2 types of sheet metal, 5 types of shaped hot-rolled steel and 3 types of shaped cold-bent profiles, which are the most widely used for steel building structures, were analyzed. The main performance indicators of profiles according to old and new standards are calculated. **Practical value.** In the practical part of the completed review, changes in the cost structure of the main types of rolled steel over the past 5 years in Ukraine were estimated. The main problematic issues of the current assortment base of Ukraine are separately identified and practical recommendations for their elimination are provided.

Keywords: assortment of rolled metal; steel profile; steel sheet; corner; double-breasted; channel; tube; bent-welded profile; the cost of the steel profile

REFERENCES

- Alkhdour, A., Yasin, A.A., & Tiutkin, O. (2023). Rational design solutions for deep excavations using soil nail wall systems. *Mining of Mineral Deposits*, 17(3), 110-118. (in English)
- Ammash, H. K. (2017). Shape optimization of innovation cold-formed steel columns under uniaxial compressive loading. *Jordan Journal of Civil Engineering*, 11, 3. (in English)
- Bannikov, D., Radkevich, A., & Nikiforova, N. (2019). Features of the Design of Steel Frame Structures in India for Seismic Areas. *Materials Science Forum*. Trans Tech Publications LTD, 968, 348-354. (in English)
- Becque, J. (2019). Optimization of cold-formed steel products: Achievements, challenges and opportunities. *CE/PAPERS*, 23, 211-218. (in English)
- Bilyk, S. I., & Yurchenko, V. V. (2020). Size optimization of single edge folds for cold-formed structural members. *Opir materialiv i teoriya sporud*, 105, 73-86. (in English)
- Handbook of Steel Construction. (2014). 11th edition. CISC-ICCA. (in English)
- Gaidaichuk, V., Bannikov, D., Radkevych, A., & Muntian, A. (2019). Efficiency estimation of the shaped hot rolled steel product mix of India and Ukraine. *Building structures. Theory and practice*. Kyiv: KNUBA, 4, 4-9. (in English)
- Gatheeshgar, P., Poologanathan, K., Gunalan, S., Shyha, I., Tsavdaridis, K. D., & Corradi, M. (2020). Optimal design of cold-formed steel lipped channel beams: Combined bending, shear, and web crippling. *Structures*, 28, 825-836. (in English)
- Gatheeshgar, P., Poologanathan, K., Gunalan, S., Tsavdaridis, K. D., Nagaratnam, B., & Iacovidou, E. (2020). Optimised cold-formed steel beams in modular building applications. *Journal of Building Engineering*, 32, 101607. (in English)
- IS 1893-1 (2002). *Criteria for earthquake resistant design of structures: fifth rev.* New Delhi: BIS. (in English)
- IS 875-3 (2015). *Code of practice for design loads (other than earthquake) for buildings and structures. Part 3 – Wind loads: second rev.* New Delhi: BIS. (in English)
- IS 808 (2002). *Dimensions for hot rolled steel beam, column, channel and angle sections: third rev.* New Delhi: BIS. (in English)
- IS 875-5 (1988). *Code of practice for design loads (other than earthquake) for buildings and structures. Part 5 – Special loads and load combinations: second rev.* New Delhi: BIS. (in English)
- Kruhlikova, N. G., & Bannikov D. O. (2019). Rational design of shot-span industrial building roof for reconstruction conditions. *Nauka ta prohres transportu*, 2 (80), 144-152. (in English)
- Lee, J., Kim, S. M., Park, H. S., & Woo, B. H. (2005). Optimum design of cold-formed steel channel beams using micro Genetic Algorithm. *Engineering Structures*, 27, 17-24. (in English)
- Leng, J., Guest, J. K., & Schafer, B. W. (2011). Shape optimization of cold-formed steel columns. *Thin-Walled Structures*, 49, 1492-1503. (in English)
- Leng, J., Li, Z., Guest, J. K., & Schafer, B. W. (2014). Shape optimization of cold-formed steel columns with fabrication and geometric endues constraints. *Thin-Walled Structures*, 85, 271-290. (in English)
- Liang, H., Roy, K., Fang, Z., & Lim, J. B. P. (2022). A Critical Review on Optimization of Cold-Formed Steel Members for Better Structural and Thermal Performances. *Buildings*, 12, 34. (in English)

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

- Moharrami, M., Louhghalam, A., & Tootkaboni, M. (2014). Optimal folding of cold formed steel cross sections under compression. *Thin-Walled Structures*, 76, 145-156. (in English)
- Mojtabaei, S. M., Ye, J., & Hajirasouliha, I. (2019). Development of optimum cold-formed steel beams for serviceability and ultimate limit states using Big Bang-Big Crunch optimization. *Engineering Structures*, 195, 172-181. (in English)
- Parastesh, H., Hajirasouliha, I., Taji, H., & Bagheri Sabbagh, A. (2019). Shape optimization of coldformed steel beam-columns with practical and manufacturing constraints. *Journal of Constructional Steel Research*, 155, 249-259. (in English)
- Parastesh, H., M. Mojtabaei, S., Taji, H., Hajirasouliha, I., & B. Sabbagh, A. (2021). Constrained optimization of anti-symmetric cold-formed steel beam-column sections. *Engineering Structures*, 228, 111452. (in English)
- Radkevych, A., Tiutkin, O., Kuprii, V., & Bielikova, S. (2022). The comparative analysis of the stress-strain state of the support of the escalator tunnel constructed in weak soils by the NATM. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 970, 012002. (in English)
- Savchenko, R. A., Bannikov, D. O., & Kirpa, I. I. (2018). Rational altitude structure for placing the wind equipment in the conditions of Ukraine. *Nauka ta prohres transportu*, 2 (74), 147-155. (in English)
- Wang, B., Bosco, G. L., Gilbert, B. P., Guan, H., & Teh, L. H. (2016). Unconstrained shape optimization of singly-symmetric and open cold-formed steel beams and beam-columns. *Thin-Walled Structures*, 104, 54-61. (in English)
- Wang, B., Gilbert, B. P., Guan, H., & Teh, L. H. (2016). Shape optimisation of manufacturable and usable cold-formed steel singly-symmetric and open columns. *Thin-Walled Structures*, 109, 271-284. (in English)
- Ye, J., Hajirasouliha, I., Becque, J., & Pilakoutas, K. (2016). Development of more efficient coldformed steel channel sections in bending. *Thin-Walled Structures*, 101, 1-13. (in English)
- Ye, J., Mojtabaei, S. M., & Hajirasouliha, I. (2018). Local-flexural interactive buckling of standard and optimised cold-formed steel columns. *Journal of Constructional Steel Research*, 144, 106-118. (in English)
- Yurchenko, V. V., & Peleshko, I. D. (2022). Searching for a compromise solution in cross-section size optimization problems of cold-formed steel structural members. *Opir materialiv I teorija sporud*, 109, 72-92. (in English)
- Yurchenko, V., & Peleshko, I. (2021). Methodology for solving parametric optimization problems of steel structures. *Magazine of Civil Engineering*, 107(7), 10705. (in English)
- DBN V.1.2-14:2018 (2018). *Systema zabezpechennja nadijnosti ta bezpeki budivelnih objektiv. Zagalni printsipi zabezpechennja nadijnosti ta konstruktivnoj bezpeki budibel i sporud*. Kyiv: Minregion. (in Ukrainian)
- DBN V.2.6-198:2014 (2014). *Stalevi konstruksii. Normi proektuvannja*. Kyiv: Minrehionbud Ukrayiny. (in Ukrainian)
- DSTU 2251:2018 (2018). *Kutiki stalevi harjachekatanni rivnopolichni. Sortament*. Kyiv: DP «UkrNDTs». (in Ukrainian)
- DSTU 2251-93 (HOST 8509-93) (1993). *Kutiki stalevi harjachekatanni rivnopolichni. Sortament*. Kyiv: Dergstandart Ukraini. (in Ukrainian)
- DSTU 3436-96 (HOST 8240-97). (2004). *Shveleri stalevi harjachekatanni. Sortament*. Kyiv: Dergstandart Ukraini. (in Ukrainian)
- DSTU 4747:2007 (EN 10058:2003, NEQ). (2007). *Prokat sortovij stalevij harjachekatannij shtabovij. Sortament*. Kyiv: Dergstandart Ukraini. (in Ukrainian)
- DSTU 8540:2015 (2016). *Prokat listovij harjachekatannij. Sortament*. Kyiv: DP «UkrNDTs». (in Ukrainian)
- DSTU 8768:2018 (2018). *Dvotavri stalevi harjachekatanni. Sortament*. Kyiv: DP «UkrNDTs». (in Ukrainian)
- DSTU 8769:2018 (2018). *Kutiki stalevi harjachekatanni nerivnopolichni. Sortament*. Kyiv: DP «UkrNDTs». (in Ukrainian)
- DSTU 8938:2019 (2020). *Trubi stalevi bezshovni harjachedeformovani. Technichni umovi*. Kyiv: DP «UkrNDTs». (in Ukrainian)
- DSTU 8943:2019 (2020). *Trubi stalevi elektrozvarni. Technichni umovi*. Kyiv: DP «UkrNDTs». (in Ukrainian)
- DSTU 8971:2019 (2021). *Prokat listovij holodnokatannij. Osnovni parametri i rozmiri*. Kyiv: DP «UkrNDTs». (in Ukrainian)
- DSTU B V.2.6-8-95 (1996). *Budivelni konstruksii. Profili stalevi hnuti xamnuti zvarni kvadratni I prjamokutni dlja budivelnih konstruksij. Technichni umovi*. Kyiv: DP «UkrNDTs». (in Ukrainian)
- Bannikov, D. O. (2019). Avarii ta vidmovi stalevih tonkostinnih tsilindrichnih silosiv dlja zernovih kultur. *Mosty ta tuneli: teorija, doslidzhennja, praktyka*, 15, 6-17. (in Ukrainian)
- Bannikov, D. O. (2009). *Vertikalnije zestkie stalnie emkosti: sovremennije kontsepsii formoobrazovanija*. Dnepropetrovsk: Monolit, 186.
- Bannikov, D. O., & Hezentsvei, Yu. I. (2023). Otsinka jakosti proektuvannja konstruktivnih rishen stalevih budivel I sporud. *Mosty ta tuneli: teorija, doslidzhennja, praktyka*, 23, 28-36. (in Ukrainian)

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

Bannikov, D. O., Nikoforova, N. A., & Leontiieva, I. V. (2023). Spivstavlennja efekтивности stalevoho ta kombinovanoho karkasiv. *Shljahi pidvishennja efekтивности budivnitstva v umovah formuvannja rinkovih vidnosin*, 1, 51, 182-193. (in Ukrainian)

Gaidaichuk, V. V., Bannikov, D. O., Radkevych, A. V., & Muntian, A. O. (2019). Otsinka efekтивности sortamentu fasonnogo metaloprokatu Indii ta Ukraini. *Mistobuduvannja ta territorialne planuvannja*. Kyiv: KNUBA, 71, 105-114. (in Ukrainian)

Kachurenko, V. V. & Bannikov, D. O. (2014). Efektivnij hofrovaniy profil dlja stalevih emnostej. *Budivelne virobnitstvo*. Kyiv: Komprint, 56, 56-60. (in Ukrainian)

Klimenko, F. E., Barabash, V. M., & Storogenko, L. I. (2002). *Metalevi konstruktsii: pidruchnik*. 2-ge vid. / Za red. F. E. Klimenka. Lviv: Svit. (in Ukrainian)

Metalevi konstruktsii. Zagalnij kurs: pidruchnik. (2010). O. O. Nilov ta in. 2-ge vid. / Pid. zag. red. O. O. Nilova I O. V. Shimanovskogo. Kyiv: Stal. (in Ukrainian)

Надійшла до редколегії 01.02.2024

Прийнята до друку 01.03.2024