

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

УДК 721:624.014.2

Д. О. БАННІКОВ^{1*}, Ю. І. ГЕЗЕНЦВЕЙ²

^{1*} 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 bdo2020@yahoo.com, ORCID 0000-0002-9019-9679

² ВАТ «Метінвест Інжиніринг», вул. Ярослава Мудрого, 53, Дніпро, Україна, 49038, тел. +38 (067) 611 57 91 ел. пошта metkon1951@gmail.com, ORCID 0000-0003-1190-5465

ОЦІНКА ЯКОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ СТАЛЕВИХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

Мета. Метою публікації є аналіз запропонованих критеріїв оцінки якості проектування конструктивних рішень для сталевих будівель і споруд різноманітного призначення, в тому числі й транспортної інфраструктури. **Методика.** Для досягнення цієї мети необхідно було спочатку чітко окреслити наявні підходи до подібної оцінки якості. Надалі розглянути та проаналізувати сучасні підходи до такої оцінки. При цьому були розглянуті як результати окремих дослідників та фахівців в галузі економічно-інвестиційного аналізу, та к й пропозиції, які надходили від фахівців провідних проектно-конструкторських підприємств, організацій та приватних фірм й корпорацій. Особлива увага приділялась аналізу проекту сучасного новітнього стандарту ДСТУ «Конструкції сталеві будівельні. Настанова з оцінювання якості конструктивних рішень», яка пройшла вже вісім (!) редакцій. Це свідчить про неабияку важливість та одночасно суперечливість затронутого питання. Мабуть свою лепту в цей процес й намагались внести автори даної публікації. **Результати.** Однією із основополагаючих ідей при розробці даного стандарту була спроба підвищити конкурентоспроможність сталевих будівельних конструкцій порівняно з конструкціями з інших будівельних матеріалів, в першу чергу із залізобетону, за рахунок низки різноманітних чинників та заходів. В результаті стандарт набув як окремі позитивні якості, що неодмінно можуть покращити як процес проектування конструкцій, так і процеси її створення та експлуатації, так і відверто негативні риси. Останні і є якраз предметом тих дискусій та суперечностей, про які зазначалось вище. **Наукова новизна.** Авторами публікації виділено 5 основних позитивних моментів та 7 негативних рис, які б варто було вдосконалити та врахувати при підготовці останньої редакції розглядуваного стандарту ДСТУ. Таким чином, в даній публікації оцінено можливість та ефективність, проаналізовано позитивні та негативні якості проекту новітнього стандарту – ДСТУ «Конструкції сталеві будівельні. Настанова з оцінювання якості конструктивних рішень». Причому розгляд проекту цього стандарту спирався на його останню восьму (!) редакцію, що вже саме по собі свідчить про наявність низки суперечностей та протиріч серед різних шкіл фахівців. **Практична значимість.** З практичної точки зору в ході проведеного аналізу надано рекомендації розробникам стандарту, які б на наш погляд, могли б бути враховані при підготовці його остаточної редакції та впровадження в проектну практику.

Ключові слова: якість проектування; сталева будівельна конструкція; ДСТУ «Конструкції сталеві будівельні. Настанова з оцінювання якості конструктивних рішень»; проектування будівельних об'єктів; будівлі та споруди

Вступ

Останнім часом в практиці проектування все більше уваги замовники проектних робіт звертають не тільки на вартість майбутніх будівельних об'єктів, а й на їх якість. Особливо ця тенденція активізувалась в останні 5-10 років у зв'язку із суттєвим зниженням якості зданих в експлуатацію будівельних об'єктів взагалі та сталевих будівельних конструкцій зокрема. І

якщо наслідки такої ситуації почнуть проявлятися в повній мірі, то це може привести не тільки до доволі сумних рішень відносно організацій, задіяних в процесі створення будівельної конструкції, а що найголовніше – до моральних втрат та людських жертв (Банніков, 2019). Тому останнім часом багато будівельних компаній і фірм взагалі, та проектних організацій зокрема почали приділяти особливу увагу оцінці якості конструктивних рішень будівельних

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

конструкцій та посилювати існуючий внутрішній контроль якості ще на стадії їх проектування.

Однією з таких є корпорація ВАТ «Метінвест Інжиніринг», яка завдяки існуючим напрацюванням в даній сфері вже більше 20 років виконує на замовлення різноманітні проекти будівельних конструкцій як зі сталі, так і з інших будівельних матеріалів, на кшталт залізобетону або деревини. При цьому нерідко постає питання вибору будівельного матеріалу, з якого передбачається проектування і створення майбутнього будівельного об'єкту. Вибір частіше за все обмежується сталлю або бетоном.

У зв'язку і цим подібні вимоги сучасності призвели до розробки й впровадження в проєктну практику спеціальних критеріїв оцінки якості виконання розрахунково-конструкторських робіт. За ідеєю розробників подібні критерії мають однозначно дати відповідь на питання – який будівельний матеріал і чому є більш ефективним для конкретних умов будівництва.

Мета

Зважаючи на вищевикладене, основною метою нашого дослідження є аналіз запропонованих критеріїв оцінки якості проектування конструктивних рішень для сталевих будівель і споруд різноманітного призначення, в тому числі й транспортної інфраструктури.

Для досягнення цієї мети необхідно було спочатку чітко окреслити наявні підходи до подібної оцінки якості. Надалі розглянути та проаналізувати сучасні підходи до такої оцінки.

Методика

Всі наявні підходи до оцінки якості конструктивних рішень будівель і споруд із різних будівельних матеріалів на тепер є доволі обмеженими. Це пов'язано напевно із відносною новизною цього піднятого питання в громадськості фахівців.

Як відмічається в роботі (Голубова, 2015) існуюча проблема підвищення якості виконання проєктних робіт для будівельних конструкцій на тепер оцінюється переважно якісно при проходженні експертизи. Тому пропонується низка спеціально розроблених критеріїв, які на відміну від запропонованих ще в минулому сторіччі критеріїв (Сахновский, 1980), відпові-

датимуть сучасним запитам суспільства. Надалі в роботі (Голубова, 2017) надається кількісна оцінка практичної доцільності та ефективності застосування цих критеріїв, а також пропонується ще низка критеріїв для оцінки результативності та ефективності при реалізації проєктів будівельних конструкцій.

До цих критеріїв автор пропонує відносити:

- кількість коригувань проєктно-кошторисної документації;
- цей же показник, але в розрахунку на укрупнену одиницю вартості;
- коефіцієнт зміни вартості будівництва;
- коефіцієнт зміни строків будівництва.

Як видно з перелічених показників, всі вони мають лише непряме відношення до можливості реального практичного співставлення ефективності різних будівельних матеріалів, оскільки так чи інакше пов'язані в першу чергу із вартістю будівельного об'єкту. Тому такий підхід слід вважати доволі однобічним.

Деякі проєктно-конструкторські організації також самі намагаються розробляти та використовувати кількісні критерії при оцінці ефективності виконаних робіт. Проте такі критерії є також доволі однобічними і не універсальними. Вони суттєво прив'язані як до специфіки самої конкретної будівельної конструкції, а також нерідко й до ринкових умов конкретної країни (Kruhlikova, & Vannikov, 2019; Безсалий, & Банніков, 2019).

Широке розповсюдження в проєктно-конструкторській практиці різноманітних програмних розробок, що реалізують метод скінчених елементів (МСЕ), також не дає змогу використовувати традиційні критерії якості та ефективності конструктивних рішень. Це пов'язано з однієї сторони із доволі широким спектром можливостей, які надають такі потужні програмні комплекси як, наприклад, закордонні SolidWorks (Salahuddin, Atikah, Rosnah, & Zuhair, 2019), ANSYS (Chimakurthi, Reuss, Tooley, & Scampoli, 2018) або Nastran (Carrera, Miguel, & Filippi, etc. 2019). Фактично з'являються нові прийоми та методики в проєктуванні (Neduzha, & Shvets, 2018) причому не тільки по відношенню до самих будівельних конструкцій, а й по відношенню до основ, на яких вони розташовуються (Tiutkin, Miroshnyk, Radkevych, & Alkhdour, 2019; Tiutkin, Petrosian, Radkevych, & Alkhdour, 2019).

З іншої сторони сама вітчизняна нормативна база не встигає за подібним стрімким розвитком проектно-конструкторської діяльності. Чинні нормативні документи просто обмежуються фразами типу:

«Розрахунок конструкцій повинен якомога достовірніше відображати дійсні умови роботи об'єкта і його напружено-деформований стан шляхом врахування відповідних розрахункових ситуацій» (ДБН В.1.2-14:2018, 2018)

або

«Рекомендується:

– оптимальні за техніко-економічними показниками конструктивні схеми споруд, а також перерізи елементів конструкцій з урахуванням їх призначення та умов експлуатації;» (ДБН В.2.6-198:2014, 2014).

При цьому ж звісно ніяких критеріїв оцінки якості конструктивних рішень взагалі не наводиться. Тому все більше і чіткіше назріває потреба та необхідність у використанні якомога більш об'єктивних подібних критеріїв та їх розробка і практична апробація.

Також окремо хотілось би відзначити, що розглядуване питання вже вийшло на державний рівень, оскільки такі провідні організації як, наприклад, ТОВ «Український інститут сталевих конструкцій імені В. М. Шимановського» займається розробкою спеціального національного стандарту зі спеціальною робочою назвою (ДСТУ ХХХХХ «Конструкції сталеві будівельні. Настанова з оцінювання якості конструктивних рішень», 2020).

Результати

На основі накопиченого проектно-конструкторського досвіду в корпорації ВАТ «Метінвест Інжиніринг» відповідно до запропонованих у вже згадуваній роботі (Голубова, 2015) були відібрані для практичного застосування низка найбільш ефективних критеріїв. На думку провідних фахівців саме вони досить коректно та повно можуть відображати якість прийнятих конструктивних рішень при проектуванні сталевих будівельних конструкцій різних типів.

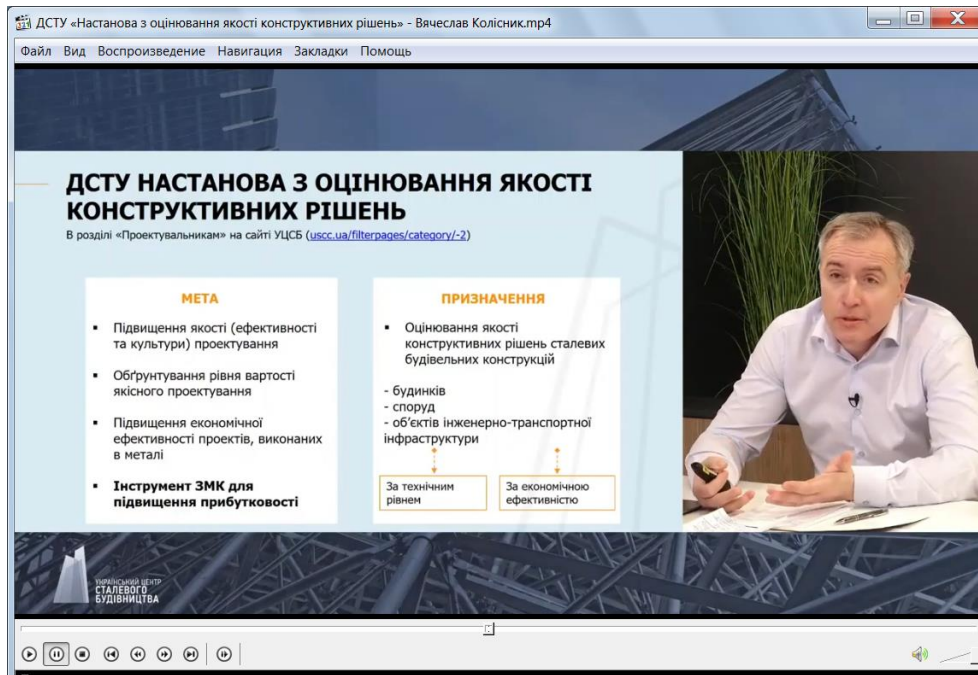
Також в корпорації ВАТ «Метінвест Інжиніринг» запропоновані та впроваджені в проектну практику низка розробок та конкретних пропозицій щодо підвищення ефективності

проектних робіт, а також експлуатаційних якостей сталевих конструкцій. Основний акцент при цьому зроблено на поширенні застосування спеціалізованих високоміцних сталей, які виготовляються за спеціальною технологією полігонізаційної контрольованої прокатки з додаванням ніобію і титану в якості легуючих домішок. В результаті покращення низки механічних властивостей подібні сталі набувають ще й додаткових корисних експлуатаційних властивостей таких як підвищення механічних характеристик за низьких та високих температур, покращені тріщиностійкість та зварюваність, збільшені показники ударної в'язкості (Гезенцевей, 2020). Це результується як в зменшення ваги сталевих конструкцій, скорочення термінів їх будівництва, так і підвищення надійності й довговічності при експлуатації, особливо для промислових сталевих конструкцій (Hezentsveï, & Vannikov, 2020; Гезенцевей, 2015). Подібні сталі марок 06Г2ФБ, 10Г2ФБ і 10Г2ФБЮ мають класи міцності С440 та С440М і на тепер повністю сертифіковані й стандартизовані в Україні (ДСТУ EN 10025-4:2007, 2010) та виготовляються на основі спеціально розроблених технічних умов – ТУ У 14-16-150-99 та ТУ 14-3-1573-96.

Як вже зазначалось вище останнім часом не обходить питання оцінки якості проектних конструктивних рішень й центральні проектні організації, які працюють за державним замовленням в цьому плані. Так доволі тривалий час вже розробляється спеціальний стандарт, який присвячений цьому питанню. Він пройшов низку тривалих обговорень серед фахівців, які проводились як шляхом збору та аналізу різноманітних відгуків й пропозицій, так і у вигляді «круглих столів».

Результати такої діяльності неодноразово презентувались в прямому ефірі на різноманітних каналах (рис. 1), проте все рівно думки стосовно запровадження цього стандарту настільки різняться, що поки підготовлена вже його восьма редакція (ДСТУ ХХХХХ «Конструкції сталеві будівельні. Настанова з оцінювання якості конструктивних рішень», 202X), яка включена до чинного нормативного документу з проектування сталевих конструкцій (ДБН В.2.6-198:2014, 2014) тільки в якості рекомендованого – рис. 2 (Зміна № 1 до ДБН В.2.6-198:2014, 2022).

а)



б)

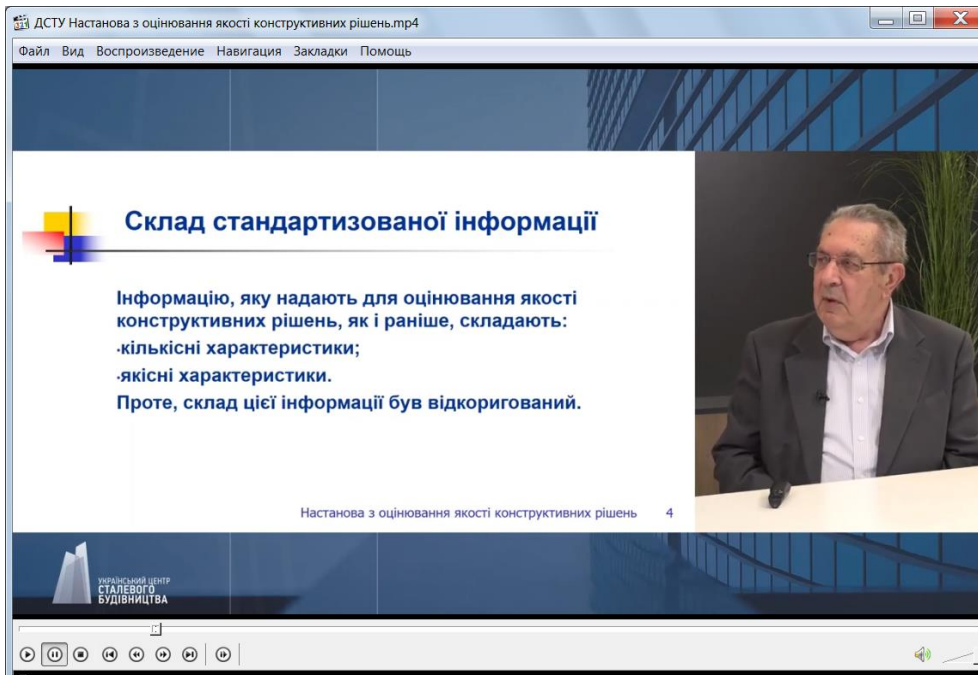


Рис. 1. Презентація проєктів державного стандарту ДСТУ XXXXX «Конструкції сталеві будівельні».

Настанова з оцінювання якості конструктивних рішень»:

а) – представниками Українського центру сталевих будівництва

(https://www.youtube.com/watch?v=Es-7wwVK3_Y):

б) – представниками ТОВ «Український інститут сталевих конструкцій імені В. М. Шимановського»

(<https://www.youtube.com/watch?v=g6tpPN2W8Kk>).

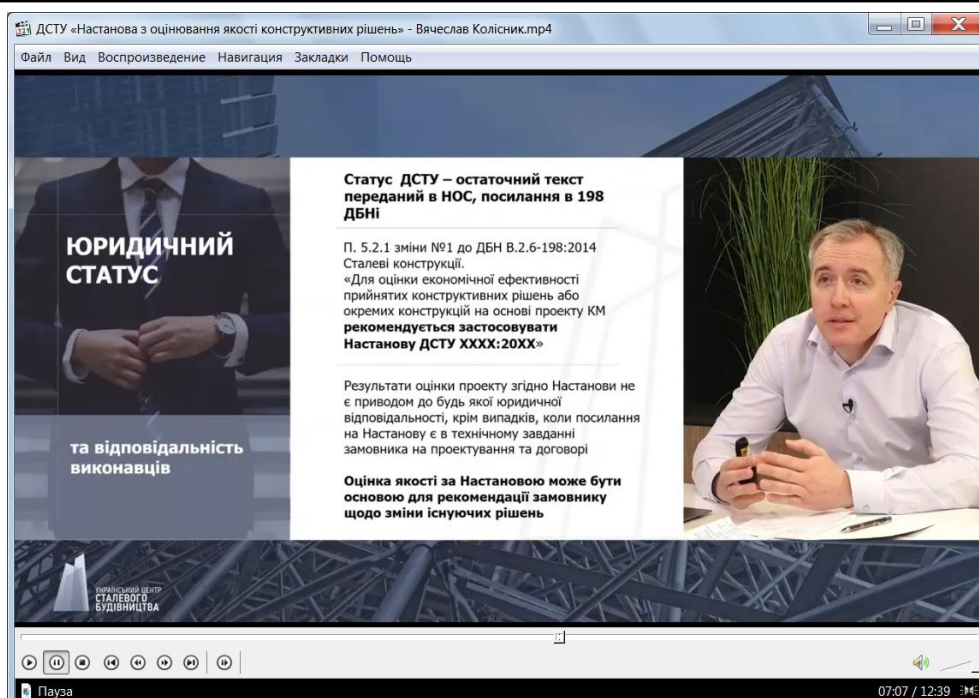


Рис. 2. Юридичний статус державного стандарту ДСТУ XXXXX «Конструкції сталеві будівельні. Настанова з оцінювання якості конструктивних рішень» (за презентацією представниками Українського центру сталевих будівництва (https://www.youtube.com/watch?v=Es-7wwVK3_Y))

Не виключеним є також, що процес коригування та підготовки даного стандарту з оцінювання якості конструктивних рішень буде продовжено й надалі, оскільки існуючі протиріччя між різними проектними школами, розташованими в різних регіонах України, є надзвичайно суттєвими.

Однією із основопологаючих ідей при розробці даного стандарту була спроба підвищити конкурентоспроможність сталевих будівельних конструкцій порівняно з конструкціями з інших будівельних матеріалів, в першу чергу із залізобетону, за рахунок низки різноманітних чинників та заходів. В результаті стандарт набув як окремі позитивні якості, що неодмінно можуть покращити як процес проектування конструкцій, так і процеси її створення та експлуатації, так і відверто негативні риси. Останні і є якраз предметом тих дискусій та суперечностей, про які зазначалось вище в даній публікації.

Перелічимо основні позитивні відмінності розглядуваного стандарту.

1. Стандарт має досить широку сферу застосування. Як зазначено в його «Сфері застосування»: «Цей стандарт застосовують для оці-

нювання якості проектування сталевих будівельних конструкцій будинків, споруд та об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури будь яких класів відповідальності...» (ДСТУ XXXXX «Конструкції сталеві будівельні. Настанова з оцінювання якості конструктивних рішень», 202X).

2. Доволі цікавим є розповсюдження наведеної методики оцінки металоємності конструктивного рішення на основі розрахунку спеціального коефіцієнта K_s , який фактично дозволяє наочно відслідкувати кількісну наявність резервів несучої здатності.

3. Застосування цієї методики оцінки металоємності конструктивного рішення дозволяє утворити своєрідний «місток» між результатами розрахунків конструкцій традиційними «ручними» методами і новітніми комп'ютерними методами, як наприклад, метод скінчених елементів. На тепер подібний зв'язок просто відсутній, що суттєво ускладнює застосування та інтерпретацію результатів «машинних» розрахунків конструкцій.

4. Доволі вдалим є наведені в стандарті визначення для низки термінів та понять, які ви-

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

користуються в інших нормативних документах України та в спеціалізованій фаховій літературі. Проте до сих пір існує їх різноманітне трактування, що ускладнює взаєморозуміння між окремими учасниками будівельного процесу. Так, наведемо декілька прикладів подібної термінології (ДСТУ ХХХХХ «Конструкції сталеві будівельні. Настанова з оцінювання якості конструктивних рішень», 202X):

– *ключовий показник* – важливий загальноживаний показник, який характеризує споруду або групу конструкцій.

– *ефективність конструкції* – сукупність властивостей конструкції, яка дозволяє зменшити її загальну вартість, витрати при експлуатації, ремонті та утилізації у порівнянні з відповідними показниками іншої конструкції того самого призначення;

– *технологічність конструкції* – сукупність властивостей конструкції, яка дозволяє зменшити витрати праці, коштів, матеріалів та часу при виготовленні, транспортуванні, монтажі, експлуатації, ремонті та утилізації конструкції у порівнянні з відповідними показниками іншої конструкції того самого призначення.

5. Мабуть вперше в систематизованому вигляді зібрані та надані рекомендації щодо можливого підвищення ефективності конструктивних рішень. Серед них застосування сталей підвищеної міцності, застосування композитних рішень, будівельний підйом, застосування змінного перерізу та перфорації елементів, використання легких тонкостінних конструкцій. Всі ці перелічені підходи доволі відомі в будівельній практиці, але в сукупності їх виклад наведений лише в розглядуваному стандарті (ДСТУ ХХХХХ «Конструкції сталеві будівельні. Настанова з оцінювання якості конструктивних рішень», 202X).

Проте окрім позитивних якостей розглядуваний стандарт має і низку суперечливих, проблемних, а то й відверто негативних якостей.

1. В цілому наведена в проекті стандарту інформація носить більше узагальнений характер, який відноситься взагалі до процесу проектування сталевих конструкцій. Тому її доцільніше було б включити в певний розділ чинного нормативного документу (ДБН В.2.6-198:2014, 2014), що спростило б роботу з ним, оскільки частина вимог стандарту вже фактично викладені в цьому ДБН.

Це також дозволило б зняти питання антикорозійного і вогнестійкого захисту сталевих конструкцій в залежності від параметрів (передбачено відповідно до Зміна № 1 до ДБН В.2.6-198:2014, 2022) і залежності параметрів сталевих конструкцій від ступеня їх надійності

2. В попередніх редакціях стандарту передбачалась можливість одностадійності проектування сталевих конструкцій (стадії КМ і КМД об'єднувались). В восьмій редакції така можливість прибрана, хоча її слід було б залишити у вигляді рекомендаційного характеру на розсуд інженерів-проектувальників. Вважаємо, що практика довела б можливість та ефективність такого підходу або навпаки, примусила б повернутись до відпрацьованої стандартної схеми двостадійності проектування.

3. По-третє, в даному наведеному стандарті п 7.2.6 стверджується: «Методика визначення деталізованих кількісних характеристик міститься в додатку А. Ці характеристики дозволяють кількісно оцінити якість розглядуваного проекту». Проте на наш погляд йде ототожнення понять «якість» і «матеріаломісткість» проекту, що не є правомірним, оскільки перше поняття є набагато більш широким поняттям.

4. В розділі 8 пропонується низка якісних показників для оцінювання проекту сталевих конструкцій. Серед таких показників фігурують можливість варіантного проектування, питання технологічності виготовлення конструкції, технологічності монтажу конструкції, технологічності транспортування конструкції, комплектність проекту, а також відповідність проекту цілям сталого розвитку. На наш погляд по кожному з цих пунктів є можливість наведення декількох кількісних показників, як наприклад, тривалість проектних робіт або тривалість монтажних робіт, які доволі легко можна взяти із суміжних розділів проекту (ТХ або ПОБ).

5. В п. 8.10.1. не передбачено включення високоміцних сталей класів С440 і С440М, які вже себе доволі ефективно зарекомендували на низці будівельних об'єктів (Hezentsvei, & Bannikov, 2020; Гезенцвей, 2020; Гезенцвей, 2015).

6. Доволі суперечливою є рекомендована можливість в п. 8.10.5 щодо застосування наведеної методики оцінки металоємності конструктивного рішення для сталевих конструкцій, що запроектовані та виконані з ЛСТК (легких

сталевих тонкостінних конструкцій). Це пов'язано із цілою низкою особливостей при проєктуванні та призначенні несучих перерізів, зокрема в першу чергу із питаннями втрати стійкості (Безсалий, & Банніков, 2019).

7. Оскільки, як зазначалось вище, основополагаюча ідея впровадження розгляданого стандарту полягає в підвищенні конкурентноспроможності сталевих конструкцій, то в текст стандарту слід було б додати можливість інвестиційного аналізу. Він би надав можливість якісно та коректно порівнювати варіанти одного й того самого проєкту, виконані із різних будівельних матеріалів – першу чергу сталі, залізобетону або деревини.

Наукова новизна та практична значимість

Таким чином, в даній публікації оцінено можливість та ефективність, проаналізовано позитивні та негативні якості проєкту новітнього стандарту – ДСТУ «Конструкції сталеві будівельні. Настанова з оцінювання якості конструктивних рішень». Причому розгляд проєкту цього стандарту спирався на його останню восьму (!) редакцію, що вже саме по собі свідчить про наявність низки суперечностей та протиріч серед різних шкіл фахівців.

З практичної точки зору в ході проведеного аналізу надано рекомендації розробникам стандарту, які б на наш погляд, могли б бути враховані при підготовці його остаточної редакції та впровадження в проєктну практику.

Висновки

1. Зважаючи на передбачувані недосконалості та недоліки запропонованого до практичної реалізації ДСТУ «Конструкції сталеві будівельні. Настанова з оцінювання якості конструктивних рішень», вважаємо його введення в дію все ж таки поки передчасною справою.

2. Розробникам стандарту рекомендуємо дослухатись до думки авторів даної публікації, які представляють собою як теоретичну, так і практичну спрямованість, та внести відповідні коригування і правки до тексту стандарту.

3. Розробити подібний стандарт для будівельних конструкцій з інших видів будівельних матеріалів, в першу чергу для залізобетону та деревини. Це надасть можливості для їх коректного інвестиційного порівняння, що останнім часом для замовників часто стає головним чин-

ником як при виборі замовника-проєктувальника, так і при інвестиціях в конкретний проєкт конструкції взагалі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Carrera, E., Miguel, A. G. Filippi, M., Kaleel, I., Pagani, A., Petrolo, M., & Zappino, E. (2019). Global-local plug-in for high-fidelity composite stress analysis in Femap/NX Nastran. *Mechanics of Advanced Materials and Structures*, 23, 1-7.
- Chimakurthi, S. K., Reuss, S., Tooley, M., & Scampoli, St. (2018). ANSYS Workbench System Coupling: a state-of-the-art computational framework for analyzing multiphysics problems. *Engineering with Computers*, 34-2, 385-411.
- Hezentsvei, Yu., & Bannikov, D. (2020). Effectiveness Evaluation of Steel Strength Improvement for Pyramidal-Prismatic Bunkers. *Eureka: Physics and Engineering*, 2(27), 30-38.
- Neduzha, L. O., & Shvets, A. O. (2018). Theoretical and experimental research of strength properties of spine beam of freight cars. *Наука та прогрес транспорту*, 1(73), 131-147.
- Salahuddin, M. B. M., Atikah, A. F., Rosnah, S., & Zuhair, M. N. M. (2019). Conceptual design and finite element analysis of a high inclusion dough shaping machine using 3D-computer aided design (CAD) (SolidWorks). *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik*, 50, 3 (SI), 267-273.
- Tiutkin, O., Miroshnyk, V., Radkevych A., & Alkhdour, A. (2019). Nonuniform Stress State of a Hoisting Shaft Lining as a Result of Disturbance of the Ground Freezing Technology. *E3S Web of Conferences*, 109, Article 00099.
- Tiutkin, O., Petrosian, N., Radkevych, A. & Alkhdour, A. (2019). Regularities of Stress State of Unsupported Working Occurring in a Layered Massif. *E3S Web of Conferences*, 109, Article 00100.
- 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.
- Банніков, Д. О. (2019). Аварії та відмови сталевих тонкостінних циліндричних силосів для зернових культур. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*, 15, 6-17.
- Безсалий, В. М., & Банніков, Д. О. (2019). Ефективність сталевих тонкостінних оцинкованих профілів для аркових елементів. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*, 16, 20-29.
- Гезенцвей, Ю. І. (2020). Внутрішні критерії оцінки якості конструктивних рішень при проєктуванні сталевих будівельних конструкцій. *Промислове будівництво та інженерні споруди*, 4, 40-42.

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

- Гезенцевей, Е. И. (2015). Повышение технологичности строительных металлоконструкций. *Промислові будівництво та інженерні споруди*, 1, 32-38.
- Голубова, О. С. (2015). Показатели оценки качества проектно-сметной документации в строительстве. *Актуальные вопросы экономики строительства и городского хозяйства: доклады Международной научно-практической конференции*. Минск: БГТУ, 55-65.
- Голубова, О. С. (2017). Показатели эффективности управления проектами в строительстве. *Труды БГТУ*, 5, 2, 37-43.
- 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: Мінрегіон.
- ДБН В.2.6-198:2014 (2014). Сталеві конструкції. *Норми проектування*. Київ: Мінрегіон.
- ДСТУ EN 10025-4:2007. (2010). *Вироби гарячекатані з конструкційної сталі. Частина 4. Технічні умови постачання термомеханчнооброблених зварюваних дрібнозернистих сталей (EN 10025-4:2004, IDT)*. Київ: Держспоживстандарт.
- ДСТУ ХХХХ. (2020). *Конструкції сталеві будівельні. Настанова з оцінювання якості конструктивних рішень (проект, перша редакція)*. Київ: ДП «УкрНДНЦ».
- ДСТУ ХХХХ. (202X). *Конструкції сталеві будівельні. Настанова з оцінювання якості конструктивних рішень (проект, восьма редакція)*. Київ: ДП «УкрНДНЦ».
- Сахновский, М. М. (1980). *Технологичность строительных сварных стальных конструкций*. Киев: Будівельник.
- Зміна № 1 до ДБН В.2.6-198:2014 (2022). *Сталеві конструкції. Норми проектування*. Київ: Мінрозвитку громад на території України.

D. O. BANNIKOV^{1*}, YU. I. HEZENTSVEI²

^{1*} 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 bdo2020@yahoo.com, ORCID 0000-0002-9019-9679

² Metinvest Engineering LCC, Yaroslava Mudrogo str., 53, Dnipro, Ukraine, 49038, tel. +38 (067) 611 57 91 e-mail metkon1951@gmail.com, ORCID 0000-0003-1190-5465

ESTIMATION OF THE DESIGNING QUALITY OF STRUCTURAL SOLUTIONS FOR STEEL BUILDINGS AND STRUCTURES

Purpose. The purpose of the publication is to analyze the proposed criteria for estimation of the quality of designing structural solutions for steel buildings and structures of various purposes, including transport infrastructure. **Methodology.** To achieve this goal, it was first necessary to clearly outline the available approaches to such quality estimation. In the future, consider and analyze modern approaches to such an estimation. At the same time, both the results of individual researchers and specialists in the field of economic and investment analysis, as well as proposals received from specialists of leading design and construction enterprises, organizations and private firms and corporations were considered. Special attention was paid to the analysis of the project of the latest modern DSTU standard "Steel building structures. Guidelines for estimation the quality of constructive solutions", which has already passed eight (!) editions. This shows the great importance and at the same time the controversial nature of the issue. Apparently, the authors of this publication tried to contribute to this process. **Findings.** One of the fundamental ideas in the development of this standard was an attempt to increase the competitiveness of steel building structures compared to structures made of other building materials, primarily reinforced concrete, due to a number of various factors and measures. As a result, the standard acquired both individual positive qualities that can certainly improve both the process of designing constructions and the processes of its creation and operation, as well as frankly negative features. The latter are precisely the subject of the discussions and controversies mentioned above. **Originality.** The authors of the publication highlighted 5 main positive points and 7 negative features that should be improved and taken into account when preparing the latest version of the DSTU standard under consideration. Thus, this publication evaluates the possibility and effectiveness, analyzes the positive and negative qualities of the project of the latest standard - DSTU "Steel building structures. Guidelines for estimation the quality of constructive solutions". Moreover, consideration of the project of this standard was based on its latest eighth (!) edition, which in itself indicates the presence of a number of contradictions and contradictions among different schools of specialists. **Practical value.** From a practical point of view, in the course of the conducted analysis, recommendations were given to the developers of the standard, which, in our opinion, could be taken into account when preparing its final

version and implementing it into project practice.

Keywords: design quality; steel building structure; DSTU "Steel construction structures. Guidelines for estimation the quality of constructive solutions"; design of construction objects; buildings and structures

REFERENCES

- Carrera, E., Miguel, A. G., Filippi, M., Kaleel, I., Pagani, A., Petrolo, M., & Zappino, E. (2019). Global-local plug-in for high-fidelity composite stress analysis in Femap/NX Nastran. *Mechanics of Advanced Materials and Structures*, 23, 1-7. (in English)
- Chimakurthi, S. K., Reuss, S., Tooley, M., & Scampoli, St. (2018). ANSYS Workbench System Coupling: a state-of-the-art computational framework for analyzing multiphysics problems. *Engineering with Computers*, 34-2, 385-411. (in English)
- Hezentsvei, Yu., & Bannikov, D. (2020). Effectiveness Evaluation of Steel Strength Improvement for Pyramidal-Prismatic Bunkers. *Eureka: Physics and Engineering*, 2 (27), 30-38. (in English)
- Neduzha, L. O., & Shvets, A. O. (2018). Theoretical and experimental research of strength properties of spine beam of freight cars. *Nauka ta prohres transportu*, 1 (73), 131-147. (in English)
- Salahuddin, M. B. M., Atikah, A. F., Rosnah, S., & Zuhair, M. N. M. (2019). Conceptual design and finite element analysis of a high inclusion dough shaping machine using 3D-computer aided design (CAD) (SolidWorks). *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik*, 50, 3 (SI), 267-273. (in English)
- Tiutkin, O., Miroshnyk, V., Radkevych A., & Alkhdour, A. (2019). Nonuniform Stress State of a Hoisting Shaft Lining as a Result of Disturbance of the Ground Freezing Technology. *E3S Web of Conferences*, 109, Article 00099. (in English)
- Tiutkin, O., Petrosian, N., Radkevych, A. & Alkhdour, A. (2019). Regularities of Stress State of Unsupported Working Occurring in a Layered Massif. *E3S Web of Conferences*, 109, Article 00100. (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)
- Bannikov, D. O. (2019). Avarii ta vidmovy stalevykh tonkostinnykh tsylindrychnykh sylosiv dlia zerno-vykh kultur. *Mosty ta tuneli: teoriia, doslidzhennia, praktyka*, 15, 6-17. (in Ukrainian)
- Bezsalnyi, V. M., & Bannikov, D. O. (2019). Efektyvnist stalevykh tonkostinnykh otsynkovanykh profiliv dlia arkovykh elementiv. *Mosty ta tuneli: teoriia, doslidzhennia, praktyka*, 16, 20-29. (in Ukrainian)
- Hezentsvei, Yu. I. (2020). Vnutrishni kryterii otsinky yakosti konstruktyvnykh rishen pry proektuvanni stalevykh budivnykh konstruksii. *Promyslove budivnytstvo ta inzhenerni sporudy*, 4, 40-42. (in Ukrainian)
- Gezentsvey, Ye. I. (2015). Povyshenie tekhnologichnosti stroitelnykh metallokonstruksiy. *Promislove budivnytstvo ta inzhenerni sporudy*, 1, 32-38. (in Russian)
- Golubova, O. S. (2015). Pokazateli otsenki kachestva proektno-smetnoy dokumentatsii v stroitelstve. *Aktualnye voprosy ekonomiki stroitelstva i gorodskogo khozyaystva: doklady Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Minsk: BGTU, 55-65. (in Russian)
- Golubova, O. S. (2017). Pokazateli effektivnosti upravleniya proektami v stroitelstve. *Trudy BGTU*, 5, 2, 37-43. (in Russian)
- DBN V.1.2-14:2018 (2018). *Systema zabezpechennia nadiinosti ta bezpeky budivnykh obektiv. Zahalni pryntsypy zabezpechennia nadiinosti ta konstruktyvnoi bezpeky budivel i sporud*. Kyiv: Minrehion. (in Ukrainian)
- DBN V.2.6-198:2014 (2014). *Stalevi konstruksii. Normy proektuvannia*. Kyiv: Minrehion. (in Ukrainian)
- DSTU EN 10025-4:2007. (2010). *Vyroby hariachekatani z konstruksiiinoi stali. Chastyna 4. Tekhnichni umovy postachannia termomekhanchnoobroblyenykh zvariuvanykh dribnozernistykh stalei (EN 10025-4:2004, IDT)*. Kyiv: Derzhspozhyvtsandart. (in Ukrainian)
- DSTU XXXX. (2020). *Konstruksii stalevi budivelni. Nastanova z otsiniuvannia yakosti konstruktyvnykh rishen (proekt, persha redaktsiia)*. Kyiv: DP «UkrNDNTs». (in Ukrainian)
- DSTU XXXX. (202Kh). *Konstruksii stalevi budivelni. Nastanova z otsiniuvannia yakosti konstruktyvnykh rishen (proekt, vosma redaktsiia)*. Kyiv: DP «UkrNDNTs». (in Ukrainian)
- Sakhnovskiy, M. M. (1980). *Tekhnologichnost stroitelnykh svarnykh stalnykh konstruksiy*. Kiev: Budivelnik. (in Russian)
- Zmina № 1 do DBN V.2.6-198:2014 (2022). *Stalevi konstruksii. Normy proektuvannia*. Kyiv: Minrozvytku hromad na terytorii Ukrainy. (in Ukrainian)

Надійшла до редколегії 28.09.2022.

Прийнята до друку 02.03.2023.