

## РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу **Джанова Любомира Володимировича**

на тему: **“Раціональні сталеві балки змінного перерізу”**, представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 19 – Архітектура та будівництво за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Детальний аналіз дисертаційної роботи Джанова Любомира Володимировича на тему **“Раціональні сталеві балки змінного перерізу”**, як і розгляд його наукових публікацій, дає змогу зробити висновки та надати загальну оцінку проведеного дослідження.

**Актуальність теми дисертації.** Дисертаційна робота Джанова Любомира Володимировича присвячена дослідженню несної здатності сталевих двотаврових балок рамних конструкцій каркасів будівель і споруд зі змінною висотою стінки та змінною шириною полиці за вимогами граничних станів при роботі під навантаженням, а також в умовах обмежених динамічних впливів з метою теоретичного узагальнення підходів з визначення їхньої раціональної топології.

Дослідженню роботи сталевих балок двотаврового перерізу присвячено багато наукових праць вітчизняних та закордонних вчених. Також існує досить багато наукових робіт, що висвітлюють оптимальне і раціональне проектування таких конструкцій. Однак потреба у дослідженнях з вибору оптимальної топології сталевих балок змінного перерізу, особливо на початкових етапах проектування, є досить актуальною.

Отже, актуальність теми дисертаційного дослідження Джанова Любомира Володимировича обумовлена потребою будівельної галузі та інженерної спільноти у нових наукових підходах щодо проектування раціональних балкових конструкцій з мінімальними витратами сталі, для зниження вартості як конструкцій, так і будівництва в цілому. Також актуальність вибору теми дослідження підтверджується її зв'язком із науково-дослідною роботою кафедри металевих та дерев'яних конструкцій КНУБА на тему: "Розвиток теорії вибору раціональних ресурсозберігаючих конструкцій сталевих рам з використанням ефективних двотаврових профілів енергоекономічних будівель" (номер держреєстрації: 0121U111715), що виконується на підставі наказу КНУБА від 03.06.2021 № 243.

**Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій та достовірність отриманих теоретичних результатів** дисертації забезпечуються логічною послідовністю методів дослідження згідно зі сформульованою метою та конкретними завданнями, застосуванням класичних методів теорії розрахунку металевих конструкцій, будівельної механіки та опору матеріалів, використанням аналітичних методів математичного й нелінійного програмування, а також сучасних програмних комплексів і скінченно-елементних моделей та перевіркою збіжності результатів виконаних розрахунків і отриманих аналітичних залежностей.

**Наукова новизна результатів** полягає у наступному:

– отримала подальший розвиток теорія оптимального проектування сталевих балок двотаврового перерізу зі змінною висотою стінки та шириною полиці;

- вперше встановлено закономірності оптимального та раціонального вибору конструктивної форми елемента рами зі зварного сталевого двотавра зі змінною шириною полиці, висотою та товщиною стінки. Зокрема визначено закономірності оптимального розподілу сталі по висоті перерізу залежно від

ступеня його змінності, а також отримано раціональні значення градієнтів змінності висоти стінки й ширини полиці;

– вперше встановлено закономірності впливу та оптимальну конструктивну форму сталеві балки двотаврового змінного перерізу умов забезпечення міцності та умов обмеження прогинів за вимогами другої групи граничних станів;

– встановлено вплив схеми навантаження при комбінації рівномірно розподіленого і зосередженого навантажень на оптимальну конструктивну форму двотаврової балки зі змінною висотою стінки і шириною полиці. Виявлено, що в залежності від схеми навантаження максимальні напруження виникають в перерізі, де не діє максимальний згинальний момент;

– отримано аналітичні залежності раціонального вибору оптимального перерізу двотаврового балкового елемента та градієнта його зміни за довжиною елемента сталевих рам при дії згинального моменту й поздовжньої сили з відносним ексцентриситетом  $m_x > 15$ .

**Практичне значення одержаних результатів** полягає у встановленні узагальнених закономірностей вибору оптимальної топології сталевих балок із зварних двотарів зі змінними висотою стінки та шириною полиці. Отримані автором аналітичні залежності дають змогу проєктувальникові на початкових етапах проєктування визначити оптимальну висоту перерізу в зоні дії максимального згинального моменту. Розроблений автором методологічний підхід дозволяє призначати оптимальний градієнт змінності перерізу стінки і полиці двотавра за обома групами граничних станів, що забезпечить створення раціональної конструкції зварного двотавра змінного перерізу, як елемента порталних рамних конструкцій з урахуванням діючих зусиль. Результати наукових досліджень Джанова Л.В. апробовано при виконанні робіт: при проєктуванні навісу зі сталевих балкових елементів змінного перерізу над трибунами

стадіону; при проєктуванні універсального сталевого рамного каркасу зі зварних двотаврів змінного перерізу складської будівлі та при виконанні кваліфікаційних робіт на кафедрі металевих і дерев'яних конструкцій Київського національного університету будівництва і архітектури.

**Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації в опублікованих працях.** Наукові результати дисертації висвітлені у 11 працях: одна стаття у науковому виданні, включеного до переліку наукових фахових видань України категорії «А», яке цитується у реферативній базі Web of Science; 5 статей у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України категорії «Б»; 6 робіт представлені, як тези доповідей у національних та міжнародних науково-практичних конференціях.

Таким чином, наукові результати, отримані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

**Оцінка змісту, стилю та мови дисертації, її завершеності, оформлення**

Представлена на рецензію дисертаційна робота написана українською мовою та оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації». Дисертація складається з анотації, списку публікацій здобувача за темою дисертації, вступу, чотирьох розділів і висновків до них, загальних висновків, списку використаної літератури і одного додатку. Загальний обсяг дисертації складає 191 сторінку, в тому числі 167 сторінок основного тексту, список використаних джерел на 21 сторінці.

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми дисертаційного дослідження, наведено зв'язок з науковими програмами, планами, темами, мета наукової роботи, об'єкт, предмет та методи дослідження, перелічено основні завдання дослідження, висвітлено наукову новизну та практичну значимість одержаних

результатів. Описано особистий внесок здобувача та представлена інформація щодо апробації результатів дисертаційних досліджень та публікацій.

**У першому розділі «Ефективні конструктивні рішення сталевих балок та критерії щодо визначення оптимальної висоти перерізів зварних двотаврів»** виконано аналіз основних напрямків розвитку теорії розрахунку сталевих конструкцій із двотаврів постійного та змінного перерізу. Виконано огляд конструктивних рішень сталевих конструкцій рам із зварних двотаврів зі змінною висотою стінки. Аналіз засвідчив широке використання такого типу конструкцій, а також значну зацікавленість науковців та виробників металевих конструкцій у створенні нових оптимальних рішень сталевих конструкцій із зварних двотаврів змінного перерізу. Розглянуто існуючі підходи до визначення оптимальних параметрів перерізу двотаврів для елементів сталевих рам. За основний критерій оптимального проектування, автором обрано критерій цільової функції за витратами сталі, а у якості моделі для оптимального проектування обрано континуальну модель – метод невизначених множників Лагранжа і метод Ейлера-Лагранжа.

На основі проведеного автором огляду розкрито суть проблеми та сформульовані висновки, які підтверджують поставлені цілі дисертаційної роботи.

**У другому розділі «Раціональні металеві балки із змінною висотою стінки та змінною шириною полки за критерієм мінімізації витрат сталі»** розглянуто новий клас сталевих балок двотаврового перерізу із змінною шириною полиць, а також змінною висотою та товщиною стінки. Розроблено континуальну модель оптимального проектування двотаврової балки змінного перерізу. Розв'язано задачу визначення оптимальної конструктивної форми сталеві балки за критерієм мінімальних витрат сталі з використанням методу невизначених множників Лагранжа. Визначено градієнт зміни перерізу балки з умов забезпечення міцності в кожному перерізі. Розв'язано задачі пошуку оптимальної конструктивної форми балки за умови змінної товщини стінки при її незмінній гнучкості за довжиною конструкції. В узагальненому вигляді

за критерієм мінімальних витрат сталі визначено оптимальну конструктивну форму зварної балки двотаврового перерізу при змінних параметрах висоти та товщини стінки, та ширини полиці.

Отримано аналітичні залежності зміни оптимальної висоти перерізу балки за довжиною залежно від зміни згинального моменту. Це дає змогу, з огляду на технологічну доцільність, визначити оптимальну висоту перерізу сталевій конструкції в зоні дії максимального згинального моменту, а потім за критерієм рівнонапруженості - градієнт зміни її поперечного перерізу.

Виконано чисельні дослідження та розроблено методику визначення градієнта зміни розмірів поперечного перерізу (висоти стінки та ширини полиць) за дії рівномірно розподіленого навантаження й зосередженої сили. Так, за результатами цих досліджень для консольної балки за дії рівномірно-розподіленого навантаження та зосередженої сили на її вільному кінці переріз, де виникатимуть максимальні напруження не збігається з перерізом дії максимального згинального моменту. Також встановлено раціональне значення градієнта зміни перерізу за умови забезпечення міцності балки в кожному перерізі. Встановлено нову закономірність створення раціональної конструктивної форми зварної сталевій двотавровій балки змінного перерізу.

**У третьому розділі «Визначення раціональної конструкції металевих двотаврових балок із змінною висотою стінки і змінною шириною полиці за умовами виконання умов жорсткості за другим граничним станом»** наведено результати досліджень з пошуку оптимальної конструктивної форми кінцевого зварного сталевого двотавра зі змінною висотою стінки й шириною полиці за умов мінімальних витрат сталі та другої групи граничних станів. Отримано аналітичну формулу визначення оптимальної висоти перерізу в зоні дії максимального згинального моменту. Проведено чисельні дослідження та розроблено методику визначення градієнта зміни розмірів стінки й полиць при лінійній зміні висоти й товщини стінки та параболічній зміні ши-

рини полиці. Розроблено методики визначення градієнта зміни перерізу зварного двотавра для випадку змінної ширини полиці при постійному перерізі стінки, а також для випадку змінної ширини полиці за лінійним законом при постійній товщині стінки з урахуванням кожного оптимального перерізу за мінімальними витратами сталі та з обмеженими прогинами.

Отримано аналітичні співвідношення з визначення раціональної висоти двотавра з лінійно змінною висотою стінки й шириною полиці за його довжиною з урахуванням обмежень другої групи граничних станів.

**У четвертому розділі «Вплив поздовжньої сили на проєктування раціональних сталевих елементів порталних рам із двотаврів із змінною висотою стінки і шириною полиці змінного перерізу»** автором розглянуто задачу раціонального проєктування елементів порталної рами зі зварних двотаврів із змінною висотою стінки й змінною шириною полиці. Сформульовано задачу нелінійного математичного програмування з описом в просторі змінних геометричних характеристик перерізу сталевих елементів з двотавра змінного перерізу та обмежувальними функціями у вигляді умов забезпечення міцності кожного перерізу. Отримано нову аналітичну формулу визначення оптимальної висоти перерізу двотавра за довжиною балки із урахуванням впливу поздовжньої сили. Подано результати чисельних досліджень визначення градієнту зміни перерізу, за якими отримано закономірність впливу відношення кінцевих згинальних моментів на вибір раціональної конструкції сталевих балок змінного перерізу.

Наведено підтвердження гіпотези, що оптимальна висота сталевих двотаврів змінного перерізу з умов забезпечення міцності за максимальним згинальним моментом забезпечує вихідні умови раціональної конструктивної форми.

Підтверджено достовірність отриманих результатів та аналітичного підходу з визначення раціональної конструкції зварного елемента сталевий порталної рами з двотавровим змінним перерізом за континуальною моделлю при дії згинальних моментів й поздовжніх сил.

Подано результати чисельних досліджень і показано можливість отримання ефективних раціональних конструктивних форм сталевих зварних балок зі змінним перерізом при різних градієнтах зміни перерізу на окремих ділянках.

У загальних висновках сформульовано основні наукові результати дослідження відповідно до поставлених задач.

**Дискусійні положення та зауваження по дисертаційній роботі.** У процесі аналізу змісту й структури дисертації виникли такі зауваження змістовного характеру:

1. В анотації та у вступі наведено наукову новизну дисертаційної роботи. Незрозуміло, чому текст цих положень суттєво відрізняється;
2. У списку публікацій здобувача за темою дисертації автором зазначено 6 виступів на конференціях, проте у вступі в переліку апробацій вказано лише 5;
3. Незрозуміло, чому у висновках до першого розділу дисертації (пункт 5) йдеться про зміст вступу та чому після власне висновків ще раз наведено наукові задачі досліджень;
4. Рисунок 2.10 у другому розділі дисертації позначено скороченням;
5. Для результатів, отриманих шляхом чисельного моделювання, доцільно було б навести порівняння з даними натурних експериментальних досліджень.

Зазначені зауваження не знижують позитивної оцінки дисертації та можуть розглядатись як рекомендації для подальшої роботи в обраному напрямі досліджень. Вважаю, що ці зауваження не є визначальними, не применшують наукову новизну та практичну значущість отриманих результатів і не впливають на загальну позитивну оцінку виконаного дослідження.

**Оцінка відповідності освітньо-науковій програмі підготовки.** Під час виконання дисертаційної роботи Джанов Любомир Володимирович провів самостійне наукове дослідження та опублікував його основні результати. Аналіз змісту роботи та підсумків впровадження отриманих даних засвідчив, що наукова праця здобувача Джанова Любомира Володимировича повністю відповідає науковому напрямку освітньо-наукової програми КНУБА для підготовки фахівців третього (освітньо-наукового) рівня за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

**Відповідність дисертації вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії...».** Дисертація Джанова Любомира Володимировича «Рациональні сталеві балки змінного перерізу» відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в пп. 5 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії...», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

**Дотримання принципів академічної доброчесності.** Дисертаційна робота Джанова Любомира Володимировича є результатом самостійних досліджень здобувача; вона не містить ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації чи компіляції. Усі використані ідеї, результати та тексти інших авторів мають належні посилання на відповідні першоджерела.

### **Загальний висновок про дисертаційну роботу**

У підсумку до викладеного вище можна стверджувати про високий рівень виконання здобувачем поставленого наукового завдання та глибоке оволодіння методологією наукової діяльності.

Вважаю, що кваліфікаційна наукова праця «Раціональні сталеві балки змінного перерізу», подана на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, є завершеною і самостійно виконаною науковою працею, містить нові науково обґрунтовані теоретичні та практичні результати та відповідає вимогам пп. 5 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії...», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року №44, а її автор, Джанов Любомир Володимирович, заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 — Будівництво та цивільна інженерія.

**Рецензент:**

Доцент кафедри металевих і дерев'яних конструкцій Київського національного університету будівництва і архітектури

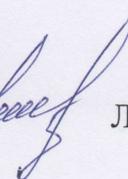
кандидат технічних наук, доцент



Віталій ТОНКАЧЕСВ

«Підпис В.Г. Тонкачєєва засвідчую»

Начальник відділу кадрів



Лариса КУЧАЙ