

**ВІДГУК**  
**офіційного опонента доктора технічних наук, професора**  
**Білика Сергія Івановича**  
**на дисертаційну роботу**  
**КРАВЗА АНДРІЯ РОМАНОВИЧА**  
**«МІЦНІСТЬ ТА ДЕФОРМАТИВНІСТЬ**  
**ДЕРЕВ'ЯНИХ АРМОВАНИХ ВАНТ»,**  
поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук  
за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди

## **1. СТУПІНЬ АКТУАЛЬНОСТІ ТЕМИ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

Найбільш раціональним та ефективним рішенням, з позицій довготривалої експлуатації для ряду громадських і промислових будівель, є використання будівельних конструкцій з цільної та клеєної деревини. В промисловості це будівлі хімічної галузі та зберігання хімічних речовин, наприклад добрив, бо захист від корозії суттєво підвищує вартість конструкцій. В громадських будівлях використання дерев'яних конструкцій в покриттях доцільно використовувати в басейнах, оздоровчих комплексах, спортивних спорудах, особливо це стало актуальним після ряду відомих аварій.

Для великопрогоневих (великопрольотних) споруд завжди є альтернативним рішення використання вантових систем зі стабілізуючими конструктивними підходами.

Слід також відмітити, що залишається відкритою і вирішення проблеми створення ефективних дерев'яних конструкцій покриття при прольотах до 36,0 м, а також для покріттів громадських будівель з архітектурною оригінальною формою.

Також практика будівництва показує необхідність мати в арсеналі нові ефективні конструктивні рішення при будівництві в сейсмічних районах, та на просідаючих ґрунтах. Враховуючи окреслену проблематику сучасного будівництва та потреб розвитку будівельної галузі, автор звернув увагу на комбіновані конструкції з використанням дерев'яних армованих вант. Як показав огляд літературних джерел, в цьому напрямку, досліджень проведено недостатньо.

Таким чином, напрямок наукових досліджень і тема представленої дисертації є актуальну, сформульована проблематика досліджень є важливою, а наукові завдання є новими.

Ідея дисертації – дослідити роботу дерев'яних армованих вант, як окремих конструктивних елементів, так і у складі комбінованих конструкцій покриття. Розвиток і проведення наукових досліджень за приведеними

напрямками є актуальними в умовах раціонального використання національного багатства Держави – лісів, розробки ефективних будівельних конструкцій у сфері ресурсозбереження.

## **2. ЗВ'ЯЗОК РОБОТИ З НАУКОВИМИ ПРОГРАМАМИ, ПЛАНАМИ, ТЕМАМИ**

Тема дисертації відповідає важливим пріоритетним завданням державної науково-технічної політики у сфері ресурсозбереження, і відповідає науковому напряму «Теоретичні та експериментальні дослідження звичайних та попередньо напруженіх залізобетонних, металевих, дерев'яних та інших конструкцій будівель, споруд, мостів і фундаментів та методів їх підсилення з врахуванням різних видів армування, бетонування, способів та інтенсивності навантаження, дії агресивного середовища, підвищених температур» кафедри «Будівельні конструкції та мости» (17.06.2014, протокол № 10); дисертація виконана в межах науково-дослідних робіт за господоговірними темами №1645, №1986, №030, проведеними у 2012-2015 роках.

Автор дисертації був одним із виконавців розробки вище названої науково-дослідної роботи.

## **3. МЕТА РОБОТИ. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ. ПРЕДМЕТ ТА ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ**

**Головною метою** дисертації є теоретичне та експериментальне дослідження роботи і визначення закономірностей напружено-деформованого стану дерев'яних вант армованих стальними канатами при дії рівномірно та нерівномірно розподілених, а також від'ємних навантажень, а також розробити рекомендації з їх проектування.

**Об'єкт дослідження** – робота дерев'яних вант, які армовані стальним канатом різних серій в залежності від типу з'єднання дерев'яних елементів та попереднього натягу канату.

**Предмет дослідження** – міцність та деформативність дерев'яних армованих вант при різних видах розрахункових навантажень.

**Основні нові наукові задачі.** Відповідно до поставленої мети автор сформулював такі основні нові наукові задачі:

– розробити легку ефективну вантову конструкцію з використанням жорстких вант, виконаних із канатів та дощатих дерев'яних елементів;

- розробити методику проведення експерименту та відповідну дослідну установку для проведення статичних випробувань дерев'яних армованих вант;
- провести теоретичні та експериментальні дослідження закономірностей зміни напруженого-деформованого стану запропонованих висячих конструкцій при різних видах навантажень;
- дослідити вплив податливості опор та з'єднань окремих дощатих дерев'яних елементів ванти на деформативність ванти;
- визначити вплив попереднього натягу канату на міцність та деформативність дерев'яної армованої ванти та розподіл осьових зусиль в тілі ванти;
- розробити інженерну методику розрахунку досліджуваних вантових конструкцій та розробити практичні рекомендації з проектування і виготовлення дерев'яних армованих вант, а також впровадити результати дослідження.

**Методи дослідження.** Автором у дисертаційній роботі використано цілий комплекс методів і методологічних підходів для вирішення поставлених задач, а саме: експериментальні дослідження міцності та деформативності дерев'яних армованих вант на дію рівномірно та нерівномірно розподілених, від'ємних навантажень, фізико-механічних характеристик дерева та стального канату, а також міцності та деформативності з'єднань дерев'яних елементів на МЗП, відповідно до спеціально розроблених методик, при використанні механічних та оптичних пристрій контролю; статистичний аналіз отриманих експериментальних даних з випробувань зразків деревини; використання та коригування існуючих методик розрахунку жорстких вант для розрахунку і проектування дерев'яних армованих вант, на основі: бібліографічного опрацювання існуючих вітчизняних та закордонних нормативних та рекомендаційних документів, а також методів будівельної механіки; математичного (чисельного) моделювання напруженого-деформованого стану за допомогою методу скінченних елементів (МСЕ); порівняльного аналізу отриманих теоретичних і експериментальних даних.

#### **4. НАУКОВА НОВИЗНА РЕЗУЛЬТАТИВ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

У дисертаційній роботі вирішено нові науково-прикладні задачі. Комплекс виконаних нових експериментальних та теоретичних досліджень дав Автору дисертації **змогу** вперше отримати ряд нових закономірностей **роботи дерев'яних армованих вант та сформулювати наукову новизну роботи:**

- розроблено вантову конструкцію, жорсткість якої забезпечується

дерев'яними елементами, при цьому вона залишається легкою і простою в монтажі;

– розроблено методику та відповідну дослідну установку для проведення статичних випробувань дерев'яних армованих вант з можливістю прикладання різних видів зовнішніх навантажень;

– за результатами виконаних досліджень запропоновані коефіцієнти податливості з'єднань дощатих дерев'яних елементів, а саме:

- для з'єднання за допомогою металевих пластин  $\mu=0,003N-0,07$ ;
- для з'єднання на похилоклеєніх стержнях  $\mu=0,001N-0,01$ ;
- для з'єднань на металозубчатих пластинах  $\mu=0,0003N-0,0004$ .

– проведено теоретичні та експериментальні дослідження закономірностей зміни опорних реакцій та зусиль у дерев'яних армованих вантах з урахуванням податливості опор, показали задовільну збіжність в межах 1,1-3,9%, а також прогинів вант зі збіжністю до 11,9%;

– розроблено технологію виготовлення дерев'яної армованої ванти з трьома типами з'єднання дощатих елементів та методику регулювання зусиль та прогинів вант за допомогою зміни величини попереднього натягу канату;

– розроблено рекомендації з проектування дерев'яних армованих вант і впроваджено їх результати в реальному проектуванні та навчальному процесі.

## 5. ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі автор достатньо детально обґрунтував аспекти актуальності теми досліджень, показав взаємозв'язок з практикою будівництва. Відповідно автор роботи сформулював нові науково-технічні задачі і завдання, що підтверджують необхідність виконання наукових досліджень за прийнятым напрямком і темою дисертації. Також сформульовано мету роботи та визначено основні завдання досліджень, описано об'єкт, предмет і методи досліджень. За результатами роботи розкрито наукову новизну отриманих результатів та їх практичне значення. Висвітлено особистий внесок здобувача у наведених публікаціях за темою дисертації. Відображені повністю результати апробації дисертації у фахових публікаціях та участь у конференціях. У вступі також приведена загальна структура і обсяг дисертаційної роботи.

Перший розділ присвячений детальному огляду наукової та нормативної літератури за напрямом теми досліджень, наведена класифікація висячих покриттів залежно від методу стабілізації, представлено світовий досвід використання дерев'яних вант в конструкціях покриттів та конструкціях мостів, розглянуто варіанти конструктивних рішень з'єднання дерев'яних елементів, які можуть застосовуватися у вантових дерев'яних конструкціях, проаналізовано теоретичні підходи існуючих методики

аналітичного та чисельного розрахунку таких конструкцій. На основі результатів виконаного аналізу обґрунтована актуальність теми, визначені мета та обґрунтовані завдання дослідження.

**В другому розділі роботи** розроблена комплексна методологія досліджень складних комбінованих елементів – дерев'яних вант. А описаний детальний обґрунтований методологічний підхід до складних експериментальних досліджень комбінованих конструкцій може бути розповсюджений і для інших аналогічних конструктивних систем, що є науковою новизною роботи з позицій узагальнення і систематизації.

**У третьому розділі** наведені важливі багатогранні результати експериментальних досліджень, присвячені випробуванням натурних зразків дерев'яних вант. В розділі описана реалізація комплексного методологічного підходу, розробленого у другому розділі. Представлені також результати експериментальних досліджень для трьох типів натурних зразків при різних видах розподілених навантаженнях.

**У четвертому розділі** автором розроблений аналітичний методологічний підхід для визначення міцності й деформативності комбінованих конструкцій дерев'яних вант. В розділі також описано створення фізико-математичної моделі дерев'яних вант зі сталевим тросовим підкріплением для числових досліджень за програмним комплексом на основі метода скінченних елементів, в якій конструкція представлена у вигляді оберненої арки на пружних опорах, пружними опорами є відображення реакції підкріплюючих вант зі сталевих канатів при сумісній роботі комбінованої внутрішньо статично невизначуваної конструкції. Проведені числові дослідження розробленої фізико-математичної моделі комбінованої конструкції напружено-деформованого стану натурних зразків дерев'яних вант, які пройшли експериментальні дослідження. В цій частині дисертації також проведено порівняльний аналіз за трьома розробленими методологічними підходами: аналітичний, аналітично-числовий на основі числових досліджень, експериментальний. Порівняння результатів досліджень показало добру збіжність, і тим самим підтвердило достовірність отриманих результатів і можливість проводити дослідження на інших зразках, дає змогу визначити раціональні розміри представлених комбінованих елементів із масиву деревини за заданим прольотом.

У розділі наведені дані про впровадження результатів роботи.

**У висновках зазначено основні нові наукові результати дисертаційної роботи**, яка присвячена вирішенню актуальної науково-прикладної проблеми, розробленню теоретично-експериментального обґрунтування можливості використання нових несучих комбінованих елементів – дерев'яних вант, так дослідження в Україні проведений вперше.

**У додатках** представлені результати напружень в поперечних перерізах дерев'яних вант, акти впровадження, звіт розрахунку дерев'яних

армованих вант на дію на дію рівномірно розподіленого навантаження за програмним комплексом.

## **6. ОЦІНКА ЗМІСТУ ДИСЕРТАЦІЇ, ОФОРМЛЕННЯ ТА ЗАКІНЧЕНОСТІ В ЦІЛОМУ, ІДЕНТИЧНОСТІ ЗМІСТУ АВТОРЕФЕРАТУ ТА ОСНОВНИХ ПОЛОЖЕНЬ ДИСЕРТАЦІЇ АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ. ОСОБИСТИЙ ВНЕСОК ЗДОБУВАЧА**

**Оцінка оформлення та ідентичності змісту автoreферату та основних положень дисертації.** За змістом та оформленням дисертаційна робота та автoreферат відповідають встановленим вимогам Департаменту атестації кадрів щодо обсягу і структури.

**Структура та обсяг наукової роботи.** Дисертація складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 178 найменувань, 5 додатків. Робота викладена на 186 сторінках машинописного тексту, в тому числі, 129 сторінок основного тексту, 25 таблиць, 99 рисунків, 18 сторінок списку використаних джерел та 18 сторінок додатків.

**Оцінка змісту та основних положень.** Вступ містить всі необхідні елементи загальної характеристики дисертації: актуальність, мету і основні наукові завдання, наукову новизну і практичне значення, особистий внесок здобувача, дані про апробацію роботи.

В розділах описані всі результати досліджень для розкриття теми дисертації, досягнення мети і отримання наукової новизни та нових наукових результатів.

За результатами дисертації автор сформулював необхідні висновки по кожному розділу дисертації, а також в прикінцевих положеннях роботи надані узагальнені нові наукові результати і висновки, які відображають основні наукові досягнення, і показують, що основна мета і всі поставлені в дослідженні завдання виконані. Автор дисертації розробив належні висновки щодо практичного використання отриманих нових наукових результатів, виконав впровадження наукових результатів у виробництво та учебний процес, що підтверджує практичну цінність і актуальність роботи.

### **Апробація результатів дисертації.**

Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідалися, обговорювалися і отримали позитивну оцінку на наукових семінарах кафедри «Будівельні конструкції та мости» Національного університету «Львівська політехніка» (2011-2021рр.), 7-їй всеукраїнській науково-технічній конференції «Науково-технічні проблеми сучасного залізобетону» (м. Київ – м. Рівне, 27 – 31 травня 2013 р., ДП НДБК), XIX Міжнародному науково-методичному семінарі «Перспективные направления инновационного

развития строительства и подготовки инженерных кадров» (м. Брест, 23-25 октября 2014 года, БрГТУ); V Міжнародній науковій конференції з нових тенденцій у науці та освіті «Theoretical and scientific bases of development of scientific thought», (м. Рим, Італія, 16 – 19 лютого 2021 р.).

Також у повному обсязі дисертаційна робота доповідалась на розширеному семінарі кафедри «Будівельні конструкції та мости» Національного університету «Львівська політехніка» 16 лютого 2021 р.

Список конференцій і семінарів, приведений у дисертації і в авторефераті співпадає.

**Публікації.** Основні положення дисертаційної роботи опубліковано і представлено у 7 наукових публікаціях, серед них: 4 статті у наукових фахових виданнях України; 1 стаття у науковому періодичному виданні іншої держави; 2 публікації аprobacійного характеру.

**Особистий внесок здобувача** полягає в аналізі літературних джерел, проведенні експериментальних досліджень, обробленні одержаних даних, розробленні методик розрахунку та їх подальшій апробації.

Постановка завдання, планування програми досліджень, формулювання основних положень та висновків здійснювалося під керівництвом наукового керівника – д.т.н., проф. Демчини Б.Г.

Результати наукових досліджень, представлені в дисертаційній роботі, отримані автором особисто. В дисертації і авторефераті описано конкретно індивідуальний науковий вклад автора дисертації у кожну публікацію

## **7. СТУПІНЬ ОБГРУНТОВАНОСТІ НАУКОВИХ ПОЛОЖЕНЬ, ВИСНОВКІВ І РЕКОМЕНДАЦІЙ, СФОРМУЛЬОВАНИХ У ДИСЕРТАЦІЇ, ЇХ ДОСТОВІРНІСТЬ І ПОВНОТА. ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ**

**Достовірність і обґрунтованість** наукових результатів та висновків, сформульованих в роботі, підтверджується використанням апробованих методологічних підходів щодо проведення експериментальних досліджень комбінованої вантової конструкції, результатами натурних випробувань, обраними відомими аналітичними методами розрахунку конструкцій та числовими методами визначення напружено-деформованого стану з використанням методу скінченних елементів, застосуванням апробованого обладнання і достовірних методик та методів для проведення експериментів.

Нові комплексні експериментальні дані випробування натурного зразка комбінованої конструкції ванти, методика експерименту, методологія розрахунку; добра збіжність результатів експериментів з розрахунками за отриманою фізико-математичною моделлю; несуперечність отриманих результатів, підтверджує достовірність наукових результатів роботи та

правильність обраних методологічних способів та аналітичних методик розрахунку та проведення експерименту.

Апробація результатів роботи на наукових семінарах та міжнародних науково-технічних конференціях підтверджує актуальність, достовірність, новизну і практичну цінність роботи.

**Практичне значення одержаних результатів.** Основні результати роботи, що мають суттєве практичне значення. Це підтверджують акти про впровадження результатів досліджень при розрахунку та проектуванні дерев'яних армованих вант для улаштування покриття індивідуального житлового будинку в с. Старий Лисець, Тисменицького району, Івано-франківської обл., а також при викладанні дисциплін «ОК9 Будівельні конструкції (Великопрогонові покриття)» (згідно освітньо-професійної програми підготовки магістрів за спеціальністю 191 Архітектура і містобудування, спеціалізації Архітектура будівель і споруд) та «ОК19 Будівельні конструкції. Дерев'яні конструкції» (згідно освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів за спеціальністю 191 Архітектура і містобудування, спеціалізації Архітектура будівель і споруд).

Нові наукові результати дисертації відкривають можливість розширити спектр комбінованих будівельних конструкцій покриттів будівель і споруд різноманітного призначення.

На основі аналізу змісту дисертації можна зробити загальний висновок: всі наукові результати та положення, які містяться в дисертаційній роботі, достатньо науково обґрунтовані та достовірні, а отримані висновки й наведені рекомендації носять практичний характер.

Враховуючи вище наведене, слід вважати ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій такі, що відповідають вимогам щодо дисертаційних робіт, представлених на отримання наукового ступеня кандидата технічних наук за обраною спеціальністю.

### **Зауваження до змісту дисертації та автореферату дисертації редакційного характеру та які потребують пояснень.**

1. В першому розділі слід було приділити увагу і аваріям вантових конструкцій та їх причинам, що дало додаткові аргументи до вибору теми дисертації. На сторінки 25 (рис 1.1,б ) вказано, що Житній ринок на Подолі є двопоясна вантова система, це неточно. Ринок має однопоясну вантову систему із стабілізацією під час монтажу попередньо напруженими залізобетонними плитами.

2. На стор. 52 формула (1.7) потребує пояснення.

3. Розділ 2. Необхідно було навести у більшому масштабі (рис. 2.9) вузол сполучення рам-болта балки і проходження через рим-болт металевого

тросу, і навести відповідні пояснення щодо передачі зосередженого зусилля від тросу до дерев'яної балки-ванті.

4. У розділі 2 на сторінці 63 вказано, що трос мав попереднє напруження 50% від проектного напруження. Краще було сказати, що за практикою будівництва при використанні канатів, всі троси попередньо витягують для зменшення залишкових деформацій на окремому стенді. Тому слід було описати як це відбувалося, та як впливув процес попереднього напруження на геометрію конструкції в цілому.

5. У висновках розділу 2 слід було вказати, що автором розроблено комплексний методологічний підхід щодо експериментальних досліджень комбінованої конструкції метало–дерев'яного ванта, що є науковою новизною роботи.

6. У висновках розділу 3 або розділу 4 слід було вказати, що автором успішно пройшов апробацію розроблений комплексний методологічний підхід щодо експериментальних досліджень комбінованої конструкції метало–дерев'яного ванта, що є підтвердженням достовірності отриманих результатів та наукової новизни роботи.

7. В розділі 4 при аналізі результатів експериментальних даних слід було більш розкрито порівняти руйнівні навантаження конструкції за експериментом із експлуатаційними і характеристичними навантаженнями певного проектного рішення.

8. В 4 розділі розрахунок експериментального натурного зразка виконаний також за обраним програмним комплексом (за методом скінченних елементів) але при моделюванні взаємодії сталевого ванта і дерев'яної криволінійної обернутої арки прийнята значення пружності опор обпирання криволінійної балки на вант за експериментальними даними, слід було провести теоретичні або числові дослідження отримання пружного сполучення сталевого тросу і дерев'яної конструкції при різних навантаженнях.

9. Бажано було провести техніко-економічне дослідження ефективності розробленої комбінованої конструкції дерев'яної ванти порівняно із іншими конструктивними рішеннями за експлуатаційними витратами.

### **Висновки про відповідність дисертації вимогам порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника**

1. Представлена кандидатська дисертація є завершеною науковою працею, в якій вирішено важливі науково-технічні прикладні задачі: з визначенням закономірностей напруженого деформованого стану нової будівельної комбінованої конструкції для покриттів будівель –

**дерев'яних армованих вант.** Робота актуальна, має наукову новизну, нові наукові результати і практичне значення. Результати комплексних експериментально-теоретичних досліджень роботи достовірні.

2. Висловлені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи, а лише підкреслюють її багатогранність, складність, узагальнення результатів виконаних нових теоретичних та експериментальних досліджень, і не знижують загальної оцінки роботи.

3. Відповідність змісту автореферату положенням дисертації. Зміст автореферату відповідає основним положенням дисертації. Автореферат оформлено за вимогами, які діяли на момент прийняття дисертації до захисту. В ньому скорочено викладено основні наукові положення, розкрито всі суттєві результати роботи, які відповідають змісту дисертації та додатків.

Враховуючи висловлене, вважаю, що дисертаційна робота Кравза А.Р. «Міцність та деформативність дерев'яних армованих вант», поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди за рівнем отриманих наукових результатів та змістом, обсягом є закінченою науковою працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані теоретичні, експериментальні та практичні результати, і які в сукупності вирішують важливу нову науково-технічну задачу: з визначення закономірностей напружено-деформованого стану нової будівельної комбінованої конструкції для покріттів будівель – дерев'яних армованих вант, та відповідає кваліфікаційним вимогам порядку присудження наукових ступенів щодо дисертацій, а її автор, Кравз Андрій Романович заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,  
завідувач кафедри металевих та  
дерев'яних конструкцій КНУБА України



С.І. Білик

Підпис доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри металевих та дерев'яних конструкцій КНУБА Білика С.І. підтверджую:

