

Відгук
офіційного опонента про дисертаційну роботу
Іваника Юрія Івановича
на тему
**«Міцність та деформативність комбінованих сталезалізобетонних
попередньо напружених конструкцій»**,
подану до спеціалізованої вченої ради Д 35.052.17
Національного університету «Львівська політехніка»

На рецензію подано дисертаційну роботу на 200 сторінках, у тому числі 149 сторінок основного тексту, з них 16 сторінок з таблицями і рисунками, список використаних літературних джерел із 169 найменувань на 19 сторінках, 3-х додатків на 32 сторінках, а також автореферат на 20 сторінках.

Актуальність теми роботи.

Зростання ефективності сучасного будівництва пов'язане насамперед із застосуванням прогресивних конструктивних форм, впровадженням в практику новітніх методів виготовлення окремих конструкцій та розробкою індустріальних способів зведення будівель і споруд. Широкому застосуванню в будівництві нових конструкцій мають передувати їх всебічні як теоретичні, так і експериментальні дослідження, що дають можливість обґрунтувати доцільність їх використання.

Одними з таких ефективних конструкцій, що об'єднують найкращі властивості сталі та залізобетону, для промислового, громадського та цивільного будівництва є комбіновані сталезалізобетонні конструкції, які використовуються в покриттях та перекриттях будівель і які утворені на основі шпренгельних металевих систем. Такі конструкції можуть виконуватись без початкового напруження або попередньо напруженими, що додатково дозволяє підвищити доцільність їх застосування, оскільки сприяє зменшенню витрат матеріалів порівняно з традиційними сталевими або залізобетонними конструкціями. В таких конструкціях шпренгельні системи, що складаються з балки жорсткості та шпренгельних елементів, працюють сумісно із залізобетонною плитою.

Застосування попереднього напруження сталезалізобетонних конструкцій передбачає здійснення регулювання напружено-деформованого стану окремих елементів, що дозволяє значно краще використати міцносні та деформаційні властивості матеріалів. На жаль, сучасні експериментально-теоретичні дослідження напружено-деформованого стану та несучої здатності таких конструкцій значно поступаються дослідженням звичайних металевих, залізобетонних чи сталезалізобетонних конструкцій.

Зважаючи на постійно зростаючі обсяги будівництва в нашій країні, використання таких конструкцій є перспективним, воно вимагає удосконалення, а в окремих випадках і розробки, науково обґрунтованих

відповідних методик розрахунку і тому тема дисертаційної роботи, на мій погляд, є беззаперечно актуальною.

Об'єктом дослідження є комбіновані сталезалізобетонні попередньо напружені шпренгельні конструкції, що складаються з горизонтальної балки жорсткості з поперечним перерізом у вигляді двотавра, шпренгельних елементів, якими є стояки і розкоси, що виконані з прокатних кутиків, та залізобетонної плити.

Предметом дослідження є несуча здатність, міцність та деформативність сталезалізобетонних попередньо напружених шпренгельних конструкцій.

Зв'язок з науковими програмами.

Тема дисертаційної роботи відповідає актуальним напрямкам науково-технічної політики держави в галузі оцінювання технічного стану будівель та споруд відповідно до постанови Кабінету міністрів України від 5 травня 1997 року № 409 «Про забезпечення надійності й безпечної експлуатації будівель, споруд та інженерних мереж», плану науково-дослідних робіт кафедри будівельних конструкцій і мостів Національного університету «Львівська політехніка» «Дослідження міцності, деформативності і надійності звичайних та попередньо напружених залізобетонних конструкцій», програмних рішень I-V науково-технічних конференцій «Сталезалізобетонні конструкції: дослідження, проектування, будівництво, експлуатація» (м. Кривий Ріг), а також госпдоговірної науково-дослідної роботи «Регулювання напружено-деформованого стану комбінованих металевих конструкцій» (номер держреєстрації № 0106U008821).

Методами досліджень, що використані в дисертаційній роботі, є аналіз літературних джерел; аналітичні та числові методи розв'язання задач будівельної механіки; математичне моделювання; експериментальні випробування дослідних зразків з вимірюванням деформацій за допомогою тензорезисторів і замірами переміщень прогиномірами та індикаторами; порівняльний аналіз теоретичних і експериментальних даних.

Наукова новизна роботи полягає в удосконаленні математичної моделі, алгоритму, програмного забезпечення та методики розрахунку несучої здатності елементів комбінованих сталезалізобетонних попередньо напружених шпренгельних систем з використанням ітераційного пошуку оптимальних параметрів напружено-деформованого стану окремих елементів, а також в отриманні нових експериментальних даних про напруження та деформації усіх металевих та залізобетонних елементів системи на дію симетричного рівномірно розподіленого навантаження.

Практична цінність роботи полягає у розробці методики, алгоритму та програм розрахунку, які можуть використовуватись під час проектування нових комбінованих сталезалізобетонних попередньо напружених шпренгельних конструкцій, а також у експериментальному підтвердженні можливості використання таких конструкцій у сучасному будівництві.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій дисертаційної роботи підтверджується використанням перевірених на практиці методів будівельної механіки та опору матеріалів, використанням сучасних вимірювальних приладів та устаткування під час проведення експериментальних досліджень та досить близьким збігом результатів власних експериментальних та теоретичних досліджень здобувача.

Основні положення і результати досліджень відображені у 5 наукових працях, у тому числі у 4 статтях у фахових науково-технічних збірниках України та у 1 статті у виданні, яке включене до міжнародних наукометричних баз. Окрім того, матеріали дисертаційної роботи неодноразово доповідались, обговорювались та отримали позитивну оцінку на науково-технічних конференціях у Києві, Полтаві, Львові, Одесі та Луцьку у період з 2011 до 2016 року.

Структура і аналіз змісту дисертації.

У **вступі** обґрунтовано актуальність роботи, наведено зв'язок виконаних досліджень з науковими програмами і темами, сформульовано мету і задачі досліджень, наведено дані про наукову новизну отриманих результатів та їх практичне значення. Окрім того, наведено інформацію про особистий внесок здобувача у проведених експериментально-теоретичних дослідженнях сталезалізобетонних попередньо напружених шпренгельних конструкцій та дані про апробацію результатів роботи та публікації.

У **першому розділі** виконано детальний аналіз вітчизняних та закордонних літературних джерел, присвячених розрахунку та застосуванню комбінованих металевих шпренгельних конструкцій, у тому числі і попередньо напружених, а також сталезалізобетонних конструкцій; виконано аналітичний огляд теоретично-експериментальних досліджень провідних науковців у цій галузі, зокрема розглянуто існуючі методики розрахунку, математичний апарат для визначення зусиль і переміщень в перерізах елементів системи з урахуванням попереднього напруження.

На основі проведеного аналізу зроблено висновок, що в чинних нормативних документах України не наведено чіткого алгоритму розрахунку комбінованих сталезалізобетонних попередньо напружених шпренгельних конструкцій, а в працях вітчизняних та закордонних науковців переважно розглядаються аспекти розрахунку окремих елементів таких конструкцій, а не систем в цілому. Разом з тим акцентовано увагу на необхідності розробки методик розрахунку з урахуванням дійсних напружень в металі, бетоні та арматурі на кожному з етапів роботи, а також

зазначена необхідність проведення експериментальних досліджень, які дозволять краще вивчити роботу конструкцій та дозволять отримати необхідні дані для удосконалення відповідних методик розрахунку.

У другому розділі запропоновано математичну модель, алгоритм і програму розрахунку комбінованих сталезалізобетонних попередньо напружених шпренгельних конструкцій, яка дозволяє визначити зусилля в елементах та вертикальні переміщення вузлів системи; запроєктовано просторову комбіновану металеву шпренгельну конструкцію на основі розрахунку оптимальних параметрів системи за складного напружено-деформованого стану; теоретично досліджено міцність та деформативність елементів конструкцій за дії симетричного та несиметричного навантаження; зазначено, що по довжині балки жорсткості комбінованої сталезалізобетонної попередньо напруженої шпренгельної конструкції змінюються положення точок нульових моментів і величина ширини залізобетонної полицки залежно від жорсткості конструкції та величини зовнішнього навантаження.

У третьому розділі автором розроблено математичну модель, алгоритм, програмне забезпечення та методику розрахунку статично невизначених комбінованих сталезалізобетонних попередньо напружених шпренгельних конструкцій з урахуванням попереднього натягу зтяжки; розроблено методику регулювання зусиль в таких системах з урахуванням їх геометрії, пружних властивостей, симетричного та несиметричного зовнішнього навантаження; теоретично досліджено вплив зусиль попереднього натягу зтяжки на напружено-деформований стан елементів конструкції; встановлено основні залежності для визначення параметрів систем на стадії їх проектування.

У четвертому розділі розроблено експериментальну комбіновану сталезалізобетонну попередньо напружену шпренгельну конструкцію розмірами в плані 3х6 м і висотою в осях 0,39 м, яка складається з двох окремих металевих статично невизначених комбінованих систем, елементи яких виконані з прокатних профілів і які об'єднані у єдину просторову конструкцію монолітною залізобетонною плитою. Для фіксації напружено-деформованого стану використано тензорезистори з базою 20 мм, автоматичний вимірювач деформацій АД-4М, мікроіндикатори з базою 100 і 200 мм та прогиноміри ПАО-6. Натяг зтяжки здійснено ручним динамометричним ключем. Вимірювання ширини розкриття тріщин виконувалось мікроскопом МПБ-3.

Наведено програму експериментальних досліджень, на кожній стадії яких фіксувались дійсні напруження та прогини, що в подальшому порівнювались з визначеними за відповідними формулами теоретичними значеннями. Результати експериментальних досліджень наведено щодо окремих елементів металевих шпренгельних конструкцій, досліджено роботу залізобетонної плити у складі комбінованої сталезалізобетонної попередньо напруженої шпренгельної конструкції.

Основні результати дисертаційної роботи впроваджено під час розробки проекту реконструкції промислової будівлі на вул. Зеленої, 301 у м. Львів та розробки проекту сталезалізобетонного комбінованого попередньо напруженого шпренгельного перекриття вхідної групи корпусу «Royal congress» на вул. Молодогвардійській, 32 у м. Київ.

Висновки дисертаційної роботи у повній мірі відображають отримані автором наукові результати і обґрунтовані комплексом теоретичних, експериментальних та числових досліджень.

Основними науковими результатами є:

- 1) удосконалення математичної моделі, алгоритму, програмного забезпечення та методики розрахунку несучої здатності елементів комбінованих сталезалізобетонних попередньо напружених шпренгельних конструкцій з використанням ітераційного пошуку оптимальних параметрів напружено-деформованого стану елементів і геометричних форм конструкцій, у тому числі з урахуванням фізичної нелінійності;
- 2) дослідження впливу зміни параметрів окремих елементів систем на їх напружено-деформований стан та загальну несучу здатність комбінованих конструкцій;
- 3) розробка практичної методики розрахунку несучої здатності системи, яка базується на чинних нормативних документах України та окремих положеннях закордонних норм, зокрема «Eurocode-4»;
- 4) отримання нових експериментальних даних про дійсну роботу як окремих елементів сталезалізобетонних попередньо напружених шпренгельних конструкцій, так і систем в цілому.

Зауваження до роботи.

1. Проводячи аналіз літературних джерел, автору варто було б звернути більшу увагу на роботи, які вже виконувались у Національному університеті «Львівська політехніка», які були результати, отримані раніше, які були зроблені висновки і які тези були сформульовані для подальших досліджень.
2. В тексті дисертації іноді зустрічаються помилкові посилання на літературні джерела та рисунки.
3. Під час розробки методики розрахунку сталезалізобетонних попередньо напружених шпренгельних конструкцій, представленої у розділі 2, автору варто було б чіткіше зазначити, що нового запропоновано саме ним, а що він прийняв як доведений факт, спираючись на раніше виконані дослідження інших науковців.
4. На стор. 53 наведено таблицю 2.4, в якій величина попереднього натягу зтяжки коливається в межах від 0 до 295 кН. У формулі (2.6) фактично вказано величину сталого попереднього натягу зтяжки i , як я розумію, ця величина не змінюється взагалі.
5. На рис. 2.13 (стор. 57) наведено графіки зміни нормальних напружень по довжині балки жорсткості, які свідчать про те, що двотаври №10 і №12 не

забезпечують необхідну несучу здатність. Чому ж у подальшому в експериментальному зразку (п. 4.1) саме двотавр №12 прийнято як балку жорсткості?

6. У формулі для визначення максимального зворотного прогину балки жорсткості (формула (2.32) на стор. 63) однією з величин є погонне рівномірно розподілене навантаження q . Варто було б уточнити, що це є розрахункове експлуатаційне навантаження q_e , яке, з огляду на використання в конструкції монолітної залізобетонної плити, буде суттєво відрізнятися від розрахункового граничного навантаження q .

7. Як розроблена програма розрахунку, а саме підпрограма вводу вхідних даних, передбачає стрибкоподібну зміну величини попереднього натягу системи після заміни тимчасової зтяжки з арматурної сталі на прокатні кутики (про це йдеться у п. 4.4). Окрім того, що суттєво змінюються жорсткісні параметри системи (на це автор вказує на стор. 112), так ще суттєво змінюється міцність матеріалу зтяжки – у даному випадку з розрахункового опору 365 МПа для арматури до розрахункового опору 230 МПа для кутиків.

8. В описанні дослідного зразка сталезалізобетонної попередньо напруженої шпренгельної системи говориться про те, що окремі металеві шпренгельні конструкції об'єднуються металевими в'язями, але не вказано які для цього використані профілі і де вони розміщуються – у площині балки жорсткості чи у площині зтяжки або там і там; який їх крок розміщення і чому саме такий; яка використана робоча арматура у поперечному і поздовжньому напрямках залізобетонної плити; з яким кроком розміщені стержні і як вони з'єднуються між собою у сітках; як виконується армування опорних зон.

9. В таблиці 4.3 наведені значення прогинів за прогиномірами ПМ 1-5, ПМ 2-5 і ПМ 3-5. А де ці прогиноміри на схемі розміщення вимірювальних приладів? Тільки з'ясувавши місце їх розташування можна говорити про величини прогинів і проводити аналіз отриманих результатів. І що таке в цій таблиці крутний момент?

10. На стор. 136 вперше з'являються результати розрахунку у програмному комплексі «Ліра». А чи використовувався він раніше? Якщо ні, то чому? А може варто було б порівнювати результати обчислень за запропонованою методикою, в програмному комплексі «Ліра» та експериментальні?

Загальна оцінка дисертаційної роботи.

Наукові положення дисертації в цілому достатньо чітко і логічно обґрунтовані і сформульовані на підставі власних досліджень автора, а також порівняні з дослідженнями як вітчизняних, так і закордонних науковців. Роботу оформлено відповідно до вимог, матеріал викладено логічно і послідовно. Зміст дисертації у повній мірі відповідає паспорту спеціальності 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди.

Автореферат дисертації ідентичний рукопису і повністю відображає її основні положення.

Дисертація є закінченою науково-дослідною роботою, основний зміст якої достатньо повно відображений у наукових статтях, а також апробований на науково-технічних конференціях. В дисертації «**Міцність та деформативність комбінованих сталезалізобетонних попередньо напружених конструкцій**» отримані нові науково обґрунтовані результати, вона має практичне значення та у повній мірі відповідає вимогам ДАК Міністерства освіти і науки України та «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р., а її автор **Іваник Юрій Іванович** заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди.


Офіційний опонент
професор кафедри промислового, цивільного
будівництва та інженерних споруд
Національного університету водного
господарства та природокористування,
кандидат технічних наук, доцент

 В. В. Романюк

Особистий підпис професора кафедри промислового, цивільного
будівництва та інженерних споруд Національного університету водного
господарства та природокористування, кандидата технічних наук, доцента
В. В. Романюка засвідчую

Вчений секретар НУВГП



 В.І. Давидчук