

Відгук
офіційного опонента доктора технічних наук, професора
ЯКОВЕНКА Ігоря Анатолійовича
на дисертаційну роботу
ГАСЕНКА Антона Васильовича
на тему:

«Самонапружені сталезалізобетонні конструкції»,
представлену у спеціалізовану вчену раду Д 44.052.02 при Національному
університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» на здобуття
наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю
05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди

Актуальність обраної теми дослідження. Представлена до захисту дисертаційна робота Гасенка А.В. направлена на вирішення наукової проблеми створення попередніх самонапружень у сталезалізобетонних конструкціях та розроблення теоретичного апарату їхнього врахування у вихідних умовах розрахунку.

Поєднання сталевих прокатних профілів із залізобетоном розширює область застосування сталезалізобетонних конструкцій у сучасному будівництві, яке потребує впровадження економічних, надійних та ремонтнопридатних будівельних систем. Реконструкція будівель і споруд із застосуванням сталезалізобетону також набуває стрімкого розвитку. Забезпечення та включення у роботу існуючої конструкції елементів посилення досягається створенням у них відповідних попередніх напружень. Це також дозволяє регулювати рівень зусиль у конструкціях, їхній напружено-деформований стан, створювати нерозрізні статично невизначені розрахункові схеми тощо. Результатом цього є підвищення несучої спроможності і жорсткості будівель та споруд, покращені експлуатаційні характеристики конструкцій та, як наслідок, можливість зменшення витрат матеріалів на їхнє виготовлення.

Отже, тема обраних досліджень є **актуальною**, має теоретичне значення та практичне застосування як під час зведення нових будівель та інженерних споруд, так і під час виконання заходів щодо посилення відповідальних конструкцій: стиснутих конструкцій колон; балкових конструкцій, які працюють на згин; плит перекриття тощо.

Зв'язок роботи з науковими програмами і планами, темами. Дисертаційні дослідження проведені у рамках держбюджетних тем НУ «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»: «Енергоефективні конструктивні рішення елементів будівель» (державний реєстраційний номер 0121U109497), «Високоєфективні сталезалізобетонні несучі конструкції каркасів багатоповерхових будівель» (державний реєстраційний номер 0115U002418), «Ресурсоекономічні технології відновлення і реконструкції житлових, громадських виробничих будівель та захисних споруд цивільної оборони» (державний реєстраційний номер 0116U002567).

Тема дисертації відповідає сучасним напрямкам науково-технічної політики держави щодо впровадження нормативних документів, гармонізованих із європейськими згідно постанови КМУ від 23.05.2011 р. № 547 «Про затвердження Порядку застосування будівельних норм, розроблених на основі національних технологічних традицій, та будівельних норм, гармонізованих з нормативними документами Європейського Союзу»; регулювання питання організації оцінювання технічного стану та виконання першочергових робіт з відновлення пошкоджених внаслідок бойових дій будівель та споруд згідно постанови КМУ від 19.04.2022 р. № 473 «Порядок виконання невідкладних робіт щодо ліквідації наслідків збройної агресії РФ, пов'язаних із пошкодженням будівель та споруд».

Склад і структура дисертаційної роботи. Дисертаційна робота Гасенка Антона Васильовича складається з анотацій (українською та англійською мовами), списку публікацій здобувача за темою дисертації, змісту, вступу, переліку основних термінів та визначення понять, семи розділів, висновків, списку використаних джерел із 367 найменувань, двох додатків. Загальний обсяг роботи складає 396 сторінок, з яких 307 сторінок основного тексту, 224 рисунки, 22 таблиці, 42 сторінки списку використаних джерел та 21 сторінка додатків.

Аналіз основного змісту роботи, її наукової новизни, ступеня обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

Представлена до захисту дисертаційна робота оформлена згідно з чинними вимогами МОН України, містить усі необхідні складові.

Зміст анотацій розкриває основні положення та характеризує зміст дисертаційної роботи.

У **вступі** обґрунтовано вибір теми дисертаційного дослідження та його актуальність; представлений зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами; наведені мета та задачі дослідження; предмет та об'єкт дослідження; розкриті використані методи дослідження; наукова новизна та практичне значення результатів роботи; особистий внесок здобувача; апробація дисертаційної роботи; публікації здобувача за темою дисертації; структура і обсяг роботи.

У **першому розділі** дисертації проаналізовані та систематизовані інженерно-конструкторські методи й заходи створення попередніх напружень у компонентах сталезалізобетонних конструкцій. Здобувачем систематизовані існуючі методи створення попередніх напружень у конструкціях, які створюються за допомогою здійснення конструктивних заходів або технологій будівництва без застосування енерговитратних методів процесу напруження. Розроблена структурно-логічна схема досліджень щодо здійснення ресурсоощадного самонапруження сталезалізобетонних конструкцій. Показані типи можливих нелінійностей, які виникають під час багатостадійного створення та експлуатації попередньо напружених сталезалізобетонних конструкцій. Обґрунтовані

недоліки існуючих нормативних документів за обраним напрямом.

Другий розділ присвячений дослідженню ресурсоощадності перерозподілу зусиль у відповідальних конструкціях будівель, який оцінювався рівнем підвищення їхньої несучої здатності та жорсткості.

Проведений аналіз процесів регулювання зусиль показує, що його застосування можливе тільки у випадку, якщо забезпечена сумісна робота компонентів конструкції. Ідея ефективного використання фізико-механічних властивостей сталі і бетону у сталезалізобетонних конструкціях приводить до їхньої взаємодії лише контактними поверхнями, а не розташуванням сталевих елементів у бетоні, як це реалізовано у залізобетонних конструкціях. Сумісна робота цих компонентів, на думку автора, має забезпечуватися за допомогою анкерних засобів, які працюють на зсув і виключають можливість поздовжнього відносного ковзання бетону і сталі та відшарування між собою. Урахування дійсної жорсткості анкерних засобів, показує, що контактний шов має податливість, тобто відбудеться депланація складеного перерізу. Відносне проковзування двох шарів між собою призводить до порушення лінійної залежності між навантаженням, деформаціями нормального перерізу та прогинами. Описана нелінійна залежність розглядається здобувачем як геометрична.

Третій розділ дисертації описує величини зсувних зусиль у контактному шві між залізобетонною і сталевією прокатною частинами, а також геометричної нелінійності під час регулювання зусиль у сталезалізобетонних стержнях, які працюють на згин. Зсувне зусилля у контактному шві визначено за диференціальними рівняннями теорії складених стержнів А.Р. Ржаніцина. Здобувачем уточнений коефіцієнт податливості контактної шва шляхом врахування дійсної жорсткості з'єднувальних анкерів та деформативності бетону в зоні його контакту з анкерами.

Виконано чисельне порівняння розподілів погонних та зосереджених зсувних зусиль для чотирьох серій сталезалізобетонних балок, завантажених трьома типами навантаження. Зовнішнім навантаженням були одна чи дві симетрично розташовані сили або рівномірно розподілене навантаження. Експериментально взаємний зсув сталевієї та бетонної частин визначався шляхом добутку різниці відносних деформацій (отриманих за показами електротензорезисторів), на відстань від центру балки до місця розташування цих електротензорезисторів.

Встановлено, що вибір анкерних засобів слід застосовувати ґрунтуючись на технологічності їхнього приєднання до прокатного профілю, незважаючи на несучу здатність та деформативність. Найбільш простими та ефективними у цьому плані є анкери з окремих гнутих арматурних стержнів.

Четвертий розділ роботи присвячений визначенню внутрішніх зусиль, напружень та деформацій у шарах складених сталезалізобетонних конструкцій, які працюють на згин із урахуванням зсувних зусиль.

Удосконалено розрахункову модель двошарового сталезалізобетонного елемента, що працює на згин, шляхом урахування у вихідних даних до

розрахунку генетичної нелінійності (різного напружено-деформованого стану компонентів конструкції до забезпечення їхньої сумісної роботи).

Досліджено чотири серії зразків, що склалися із шести балок довжиною 1,5 м і 2 м; шести балок стінових прогонів прольотом 3 м та трьох балок прольотом 8,7 м сталезалізобетонного перекриття. Серед всіх серій випробуваних зразків середній коефіцієнт варіації відношення теоретичних значень деформацій на експериментальні рівний 12,5%.

Слід відмітити натурні випробування ділянки сталезалізобетонного перекриття загальною площею $67,5 \text{ м}^2$ із самонапруженими сталевими балками. За результатами дослідження встановлено, що їхня несуча здатність збільшилася на 15,9% та забезпечена робота всього сталевого перерізу на розтяг. Це дозволяє зменшити витрати сталі на 11,1%.

У **п'ятому розділі** розроблено технологію двостадійного самонапруження власною вагою бетонної полицки нерозрізних багатопролітних сталезалізобетонних конструкцій із урахуванням генетичної нелінійності на прикладі нерозрізних три пролітних плит перекриття.

Розрахунок самонапружених нерозрізних сталезалізобетонних плит виконано із використанням основних аналітичних залежностей теорії складених стержнів, які дають можливість враховувати генетичну нелінійність. Розглянуто алгоритми чисельного скінченно-елементного моделювання роботи самонапружених сталезалізобетонних конструкцій із урахуванням фізичної, конструктивної, геометричної та генетичної нелінійностей. Це надає можливість уточнення значень експлуатаційних напружень у перерізах дослідних конструкцій.

Шостий розділ присвячений ресурсоощадному використанню конструктивної нелінійності для здійснення самонапруження сталезалізобетонних конструкцій під час укрупнювальної збірки.

Розроблено та запроєктовано трикутну залізобетонну кроквяну систему аркового типу із сталеву зтяжкою, яка виготовлена з типових ребристих залізобетонних плит. Встановлено, що розвантажувальні опорні моменти, які дозволяють подвоювати проліт кроквяної системи, можна створювати за рахунок власної ваги плит. У карнизних вузлах – за рахунок збільшення плеча пари сил від новоутвореної зтяжки до нейтральної вісі стиснутої зони бетону, а у гребеновому вузлі – за рахунок влаштування гребенового шарніру нижче нейтральної вісі стиснутої зони бетону та оптимального кута ухилу покрівлі.

Досліджена конструктивна нелінійність під час створення самонапружених сталезалізобетонних конструкцій шляхом включення у роботу із сталевими фермами збірно-монолітного перекриття, яке влаштоване за арковою схемою. Після набору відповідної проєктної міцності, розпірне аркове збірно-монолітне перекриття сприймає корисне навантаження, що надає можливість розвантажити сталеву ферму.

У **сьомому розділі** досліджено створення самонапружень у сталезалізобетонних каркасах експлуатованих будівель із врахуванням

конструктивно нелінійної роботи. Розглянуто вплив встановлення підкосів між деформованими від власної ваги сталезалізобетонного перекриття сталевими балками та колонами на врівноваження пролітних та опорних згинальних моментів у балках. Автором показано, що неврахування початкового деформованого стану балок надає похибку результатів визначення розрахункового згинального моменту до 27%; прогину – до 25%.

Також досліджено конструктивно нелінійну роботу сталезалізобетонного перекриття при нерівномірних просіданнях основ суміжних колон. Неврахування зазору між підкосами підсилення та сталевими балками перекриття, влаштованими за розрізною схемою, завищує розрахункові значення згинального моменту до 56%, а при нерозрізній схемі балок – до 54%. Розроблені конструктивні заходи самонапруження створених сталезалізобетонних конструкцій під час підсилення сталевих колон шляхом бетонування та залізобетонних колон підсиленних сталеву обіймою.

Загальні висновки по роботі відображають отримані у процесі дослідження результати, підтверджують поставлені задачі та обґрунтовують представлену наукову новизну.

У **додатках** наведено список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію її результатів, представлені довідки про впровадження результатів дисертації.

Наукову новизну дисертаційного дослідження складають:

→ систематизовані наявні інженерно-конструкторські способи і заходи щодо улаштування попередніх напружень у сталезалізобетонних конструкціях, які дозволили розробити нові конструктивні рішення та методи здійснення їхнього самонапруження та розрахунку, зокрема:

▸ сталевих балок сталезалізобетонних перекриттів та прогонів, напружених попередніми вигинами, які протилежні експлуатаційним;

▸ нерозрізних багатопрогонових сталевих конструкцій сталезалізобетонних перекриттів, напружених власною вагою монолітної залізобетонної плити;

▸ трикутної залізобетонної кроквяної системи аркового типу із сталеву затяжкою, напруженої власною вагою залізобетонних плит;

▸ сталезалізобетонних перекриттів, що потребують посилення підкісною системою, напружених власною вагою монолітної залізобетонної плити;

→ дістали подальшого розвитку розрахункові схеми перерозподілу зусиль у несучих елементах будівель, які дозволяють підвищити ресурсощадність сталезалізобетонних конструкцій за рахунок самонапруження, що базуються на нових результатах експериментальних випробувань та чисельного моделювання;

→ набули подальшого розвитку метод визначення внутрішніх зусиль у складеному сталезалізобетонному стержні, який згинається із урахуванням

геометричної нелінійності та алгоритми чисельного моделювання роботи самонапружених сталезалізобетонних конструкцій із врахуванням фізичної, геометричної, конструктивної та генетичної нелінійностей;

→ вдосконалено розрахункову схему складеного сталезалізобетонного елемента, який працює на згин, що дає можливість враховувати у розрахунку генетичну нелінійність (різний напружено-деформований стан компонентів конструкції до забезпечення їхньої сумісної роботи);

– вперше на основі нових результатів лабораторних та натурних випробувань виявлено межі коефіцієнтів ефективності розроблених конструкцій та технологій самонапруження.

Практичне значення роботи полягає у розробці конструктивних способів і заходів щодо улаштування попередніх напружень у сталезалізобетонних конструкціях, які дозволяють розробити нові конструктивні рішення та методи здійснення їхнього самонапруження для ефективного проектування будівель та інженерних споруд.

Результати наукових досліджень, отриманих у дисертації, були впроваджені при розробці нормативної документації, у практику нового будівництва та реконструкції цілої низки об'єктів та у навчальний процес закладу вищої освіти.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій дисертаційної роботи забезпечується використанням фундаментальних закономірностей будівельної механіки, опору матеріалів, теорії пружності та пластичності, теорії складених стрижнів, методів розрахунку сталезалізобетонних конструкцій із врахуванням початкових напружень, співставленням отриманих даних з експериментальними результатами, як власними, так й інших дослідників, у тому числі закордонних, даними чисельного скінченно-елементного дослідження роботи тривимірних моделей конструкцій, а також статистичною обробкою отриманих результатів.

Основні наукові положення і висновки дисертаційної роботи апробовані і пройшли обговорення на багатьох всеукраїнських та міжнародних науково-технічних конференціях (2013–2022 рр.). У повному обсязі дисертаційна робота доповідалась у жовтні-листопаді 2022 року у Національному університеті біоресурсів та природокористування України (м. Київ), Одеській державній академії будівництва та архітектури (м. Одеса), Українському державному університеті залізничного транспорту (м. Харків), Центральноукраїнському національному технічному університеті (м. Кропивницький).

Повнота викладу матеріалів роботи в опублікованих працях.

Основні результати дисертаційної роботи викладені у 74 наукових працях, у тому числі 1 одноосібна монографія, 35 статей у фахових виданнях України, 10 – у виданнях інших держав (6 з яких у виданнях, проіндексованих НМБД Scopus), 3 патенти України на корисну модель, 25 друкованих тез за матеріалами міжнародних науково-технічних конференцій.

Аналіз публікацій Гасенка А.В. свідчить, що вони всебічно і достатньо повно висвітлюють наукові положення, висновки та рекомендації, які знайшли своє відображення у дисертації.

Зміст автореферату і основних положень дисертації є ідентичним та у достатній мірі висвітлює її наукові положення, висновки і рекомендації.

У докторській дисертації не використовувались матеріали кандидатської дисертації.

Відповідність дисертації та автореферату встановленим вимогам.

Дисертація і автореферат Гасенка Антона Васильовича викладені на достатньому науково-технічному рівні і оформлені у відповідності з вимогами щодо структури і правил оформлення документації у сфері науки і техніки.

Дисертаційна робота *відповідає* паспорту спеціальності 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди.

Важливість отриманих автором дисертації результатів для науки і практики

Основним результатом дисертаційної роботи є вирішення актуальної науково-технічної проблеми розрахунку, проєктування і виготовлення ресурсоекономних самонапружених від власної ваги, конструктивних особливостей та технологій створення сталезалізобетонних конструкцій.

Впровадження результатів роботи здійснено при розробці нормативних документів, зокрема додатку А «Граничні значення деформацій основ і фундаментів споруд при новому будівництві» ДБН В.2.1-10:2018 «Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення».

Результати досліджень дозволили викласти практичні інженерні методики розрахунку, конструювання і визначення раціональних параметрів самонапружених сталезалізобетонних конструкцій, що сприяє їхньому подальшому використанню. Запропоновані нові конструктивні рішення, що забезпечують рівномірність системи, три з яких захищені патентами України на корисну модель.

Автором доведена ефективність, технологічна та економічна доцільність використання самонапружених сталезалізобетонних конструкцій шляхом їх впровадження в об'єктах нового будівництва та під час реконструкції існуючих будівель (у м. Харкові, м. Полтаві, м. Гадячі, м. Пирятині та ін.) , реалізованих за участю автора та підтверджених відповідними техніко-економічними розрахунками.

Також результати дисертаційної роботи впроваджено у навчальний процес НУ «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», зокрема у навчальні дисципліни освітньо-наукової програми другого рівня вищої освіти та з підготовки доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Особистий внесок автора. Основні результати дисертаційної роботи одержані дисертантом самостійно. Участь автора у спільних публікаціях відображена на стор. 6 автореферату та на стор. 34, 35 дисертаційної роботи.

Особистий внесок здобувача полягає у:

- конструктивному аналізі раціонального регулювання зусиль у будівельних конструкціях та його застосуванні для самонапруження сталезалізобетонних конструкціях;
- застосуванні теорії складених стержнів для вдосконалення розрахункової моделі двошарового сталезалізобетонного елемента, що працює на згин, із врахуванням різних напружено-деформованих станів компонентів конструкції до забезпечення їхньої сумісної роботи;
- удосконаленні методики визначення власних внутрішніх зусиль у шарах складеного сталезалізобетонного стержня із врахуванням фактичної жорсткості зв'язків зсуву (анкерів), уточненням крайових умов їх закріплення в бетонному шарі, а також жорсткостей з'єднувальних шарів;
- розробці технології виготовлення та програм експериментальних досліджень попередньо самонапружених сталезалізобетонних конструкцій;
- створенні алгоритмів скінченно-елементного моделювання складених сталевих, залізобетонних та сталезалізобетонних конструкцій, у тому числі пошкоджених під час експлуатації, які потребують посилення;
- розробка конструктивних рішення вузлів та технології влаштування, що впливає на раціональний перерозподіл зусиль трикутної залізобетонної кроквяної системи із сталеву зтяжкою прольотом 18 метрів.

Зауваження до змісту дисертації та автореферату дисертації.

1) У практичному значенні отриманих результатів (на стор. 6 автореферату) здобувачем вказано, що результати роботи впроваджено у навчальний процес НУ «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» за освітньо-науковими програмами другого та третього рівня вищої освіти. Є і довідка про впровадження. Бажано було б конкретизувати (навести перелік освітніх компонентів), де саме використовувалися результати дисертаційного дослідження.

2) Деякі з пунктів наукової новизни потребують корегування: *«вперше проаналізовано та систематизовано інженерно-конструкторські методи...»*; *«вперше розроблено технологію самонапруження та методи розрахунку сталезалізобетонних конструкцій...»*. Використання «вперше» повинно базуватися на конкретних підтвердженнях (наявність авторського свідоцтва, патенту, довідки тощо): до цього ніхто не робив аналіз та не займався методами розрахунку сталезалізобетонних конструкцій?

3) Потребує пояснення термін «самонапруження», викладений на стор. 39 дисертації: *«... методів напруження, які викликають внутрішні зусилля у поперечних перерізах і деформації у конструкції»*. Як бути із зовнішніми зусиллями, напруженнями, повздовжніми та просторовими перерізами? Доцільно, мабуть, було навести *«... які викликають зміну напружено-*

деформованого стану...».

4) Дещо завищений обсяг **першого розділу** роботи (складає 60 стор.), за змістом якого є **наступні зауваження**:

– стор. 40 дисертації, «відомими є результати досліджень ...» відсутні посилання на наукові праці;

– досить цікавим є проведений огляд-аналіз конструктивного регулювання зусиль у залізобетонних і сталезалізобетонних конструкціях, але відсутній аналіз цілої плеяди провідних наукових шкіл за обраною темою: проф. Барашикова А.Я., Бабича Є.М., Бліхарського З.Я., Бамбури А.М., Голишева О.Б., Городецького О.С., Дорофєєва В.С., Колчунова В.І., Клименка Є.В., Карпюка В.М., Плевкова В.С., Мальганова А.І., Шмуклера В.С., Шагіна О.Л. та ін. Навіть полтавська наукова школа проф. М.С. Торяника, П.Ф. Вахненка (зараз яку очолює проф. А.М. Павліков) досить стисло не представлена на сторінках розділу. Але, слід зазначити, що наукові праці перерахованих вчених знайшли своє відображення у списку використаних джерел;

– бажано було б більше уваги приділити аналізу нормативних документів та практичних рекомендацій провідних країн Європи (Eurocode 2, Eurocode 4, The fib Model Code), США (ACI 318-05/ACI 381R-05; ANSI/AISC 360-10), Великої Британії (BS EN 1992-1-2:2004) тощо;

– стор. 88, «...у застарілих недіючих нормативних документах» – бажано було б вказати хоча б номер документу;

– на стор. 97, 99, 140, 146, 235 та ін. автор використовує поняття «композитний стержень», хоча в інших висловлюваннях за текстом наведено поняття «складений стержень». У чому, на думку автора, полягає методологічна різниця між цими поняттями?

5) Зауваження за **другим розділом** дисертації:

– на початку п. 2.3.2.2 автором описується закон деформування залізобетонних елементів, які працюють на згин, виконується порівняння із результатами чисельного моделювання, але не наведені будь-які початкові умови цього аналізу: геометричні характеристики перерізу, армування, класи бетону, схема навантаження тощо. У формулі (2.4), стор. 127 використані застарілі позначення фізико-механічних властивостей бетону. Потім автор досліджує ці конструкції на косий згин і показує результати скінченно-елементного моделювання у табл. 2.4., стор. 129.

– аналогічно на рис. 2.22, стор. 133, без початкових умов автор показує результати моделювання залізобетонних колон, пошкоджених на різну глибину;

– те ж саме спостерігається і на стор. 135 при описі чисельного моделювання пошкодженої залізобетонної плити.

Пояснення до зауваження 5:

Створення будь-якої чисельної моделі будівельної конструкції повинно супроводжуватися наступним **алгоритмом**: реальна конструкція (РК) → математична (механічної) модель (ММ) → дискретна модель або

розрахункова схема (РС), яка пристосована до можливостей конкретного інструменту обчислень → опис РС доступними засобами обраного ПЗ, проведення розрахунків, отримання чисельних результатів розрахунку (ЧР) → інтерпретація та аналіз результатів розрахунку і отримання результуючої інформації (РІ). При цьому можливі наступні *похибки*: ідеалізації (між РК та ММ), опису (між ММ та РС), обчислення (між РС та ЧР) та інтерпретації (між ЧР і РІ).

– потребує пояснення вислів, наведений на початку третього абзацу стор. 139. Яка основна мета створення попередньо напружених залізобетонних конструкцій?

– у п. 2.6, стор. 143 висновок 2 не є зрозумілим для яких сталезалізобетонних конструкцій можна застосовувати наведене твердження.

б) Зауваження та побажання до **третього розділу** дисертації:

– стор. 175, рис. 3.13 – якими типами скінчених елементів моделювалася балка серії СБ2. Яким чином відбувалося моделювання у шві між матеріалами із різними фізико-механічними властивостями?

– стор. 175, рис. 3.14 – бажано було б більш детально показати схему встановлення електротензорезисторів. Чи дублювалися їхні покази з механічними приладами годинникового типу?

– не є зрозумілим, яким чином автор враховує нелінійну роботу складеної СЗБ конструкції, рівняння (3.43)–(3.48) за теорією складених стрижнів А.Р. Ржаніцина?

– у висновках за розділом 3 бажано було б навести результати порівняльного аналізу величини взаємного зсуву двох шарів СЗБК при аналітичному та чисельному моделюванні.

7) Зауваження до **четвертого розділу** дисертації:

– рис. 4.4, стор. 192 та рис. 3.4, стор. 150 є схожими за сутністю;

– чи враховують залежності (4.6) – (4.18) фізичну нелінійність СЗБК?

– стор. 207 – порівняння деформацій нормального перерізу балок серії СБ4 виконувалося за запропонованою, нормативною методиками та експериментально. Не є зрозумілим, яку методику автор застосовує у якості нормативної?

– рис. 4.15, стор. 207 – чому на думку автора відсутній «стрибок» деформацій у нормальному перерізі балок серії СБ4, який є наприклад на рис. 4.34, стор. 220 у балках серії ПСБ4?

8) Зауваження до **п'ятого розділу** дисертації:

– потребує пояснення, чому автор не використовував ПК «Ліра-САПР» при чисельному моделюванні сталезалізобетонних конструкцій із врахуванням генетичної нелінійності?

– бажано було б на рис. 5.13, стор. 240 навести вихідні фізико-механічні характеристики матеріалів СЗБК та чисельну шкалу розподілу деформацій;

– не є коректним вислів, наведений на стор. 260: «Руйнування

сталезалізобетонних плит відбулося раптово у результаті утворення тріщин у верхній зоні бетону на середніх опорах...» (рис. 5.40). Що здобувач розуміє під поняттями «утворення тріщини» та «руйнування»?

9) Зауваження до **шостого розділу** дисертації:

– на рис. 6.8, стор. 272 показані стадії поступового збільшення навантаження на попередньо напружену залізобетонну плиту перекриття. Чи буде величина рівномірно розподіленого навантаження (q) однаковою для усіх стадій завантаження?

– рис. 6.12, стор. 278 – не є зрозумілим прийнятті здобувачем межі варіювання кутів ухилу покрівлі та діаметрів арматурних стрижнів. Бажано було б обмежитися допустимими значеннями цих параметрів у відповідності до вимог конструювання та проєктування таких типів конструкцій;

– відсутні початкові геометричні характеристики покрівельної кроквяної системи (рис. 6.20, стор. 286) та значення хоча б максимальних і мінімальних згинальних моментів;

– не є зрозумілим, які геометричні та фізико-механічні характеристики матеріалів і перерізів, наведені у табл. 6.2, стор. 288. За якими критеріями було обрано «Набір 9»? Який діаметр затяжки було обрано при цьому моделюванні?

– у якому ПК виконувалося чисельне моделювання плоскої залізобетонної трикутної кроквяної системи?

Яким чином, на думку автора, зміниться ресурсощадність представлених самонапружених сталезалізобетонних конструкцій, якщо їхнє моделювання виконати не у плоскій, а у просторовій постановці?

– висновки за розділом 6, а саме п. 1, 2, 3 не містять жодних чисельних результатів, окрім оптимального куту нахилу покрівлі.

10) Зауваження до **сьомого розділу** дисертації:

– потребує обґрунтування другий абзац знизу, стор. 305 «Примикання сталевих колон К1 та К2 до залізобетонного оголовка ростверків фундаментів прийнято шарнірним;....» Чому не жорстким?

– яким чином врахована конструктивна нелінійність самонапруженого сталезалізобетонного перекриття при нерівномірних деформаціях основ суміжних колон, наведених у п.7.3. Чи враховувалася фізична нелінійність ґрунтової основи та конструкцій сталевих каркасів?

– рис. 5.27 на стор. 329 має неправильну нумерацію.

11) Представлений на стор. 334–375 дисертації список використаних джерел містить 37 найменувань, які опубліковані до 2000 року. Це складає 10% від загальної кількості наукових праць.

Загальна оцінка дисертаційної роботи та висновок щодо відповідності дисертації вимогам Міністерства освіти і науки України

Зроблені зауваження не знижують як теоретичного, так і практичного загальнонаціонального значення дисертаційної роботи та можуть бути враховані при проведенні подальших наукових досліджень.

Вважаю, що за обсягом проведених теоретичних і експериментальних досліджень та їх науковим рівнем, важливістю теоретичних і прикладних результатів та повнотою їхнього опублікування, дисертаційна робота Гасенка Антона Васильовича на тему «**Самонапружені сталезалізобетонні конструкції**» є завершеною науковою працею. У роботі розв'язано науково-прикладну проблему розрахунку, проєктування і виготовлення ресурсоекономних самонапружених сталезалізобетонних конструкцій шляхом улаштування попередніх напружень від власної ваги, конструктивних особливостей та технологій їхнього створення, які дозволяють розробити нові ефективні конструктивні рішення будівель та інженерних споруд для будівельної галузі науки.

Дисертаційна робота відповідає вимогам Наказу МОН України №40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (із змінами, внесеними згідно з Наказом МОН №759 від 31 травня 2019 року) та кваліфікаційним вимогам пунктів 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України №1197 від 17 липня 2021 року, а її автор **Гасенко Антон Васильович**, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди з галузі знань 19 – архітектура та будівництво.

Офіційний опонент,
професор кафедри будівництва
Національного університету
біоресурсів і природокористування України,
доктор технічних наук, професор

Ігор ЯКОВЕНКО

