

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Мельника Ігоря Володимировича «Напружено-деформований стан та експериментальне впровадження порожнистих бетонних і залізобетонних конструкцій», представленій на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди.

Актуальність теми.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню важливої і актуальної проблеми матеріало- та ресурсозбереження залізобетонних і бетонних конструкцій, які масово застосовуються у різних сферах будівництва.

Насамперед це стосується монолітних залізобетонних перекриттів, які зараз широко застосовуються у багатоповерховому каркасному і в малоповерховому будівництві, також конструктивних рішень, пов'язаних з оптимізацією фундаментних плит, прогонових будов мостів, а також окремих плитних залізобетонних елементів і бетонних фундаментних блоків.

Дисертація Мельника І.В. відповідає Закону України «Про енергозбереження» та Постанові Кабінету Міністрів України №429 від 23.05.01 «Про реалізацію пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки в частині енергозбереження будівель та споруд, а також виготовлення будівельних конструкцій шляхом зменшення використання портландцементу з відповідним зниженням шкідливих викидів, зокрема CO₂, при його виробництві.» Вона (дисертаційна робота) узгоджується також з цілями сталого розвитку до 2030 року в частині енергозбереження, енергоефективності та екологічності матеріально-технічних ресурсів Європейського Союзу та світової спільноти.

Зв'язок роботи з науковими програмами планами, темами.

Дисертаційна робота відповідає пріоритетним напрямкам наукових досліджень кафедри автомобільних доріг та мостів Національного університету «Львівська політехніка», зокрема в частині «Розроблення, дослідження та вдосконалення конструктивних вирішень і методів розрахунку мостів, будівель та споруд, що включає теоретичні і експериментальні дослідження роботи існуючих та реконструйованих прогонових будов залізобетонних і сталезалізобетонних мостів при статичних і багаторазових динамічних навантаженнях», а також науковому напрямку галузевої науково-дослідної лабораторії з оптимізації, дослідження, обстеження та проектування конструкцій будівель і споруд (ГНДЛ-112) НУ «Львівська політехніка», науковим керівником якої є доц., к.т.н. Мельник І.В.

Об'єкт і предмет досліджень обрані у відповідності з темою дисертації та сформульованими завданнями роботи.

Методи досліджень. У дисертації використані експериментальні методи дослідження напружено - деформованого стану порожнистих бетонних і залізобетонних конструкцій із застосуванням методів будівельної механіки, комп'ютерного моделювання роботи дослідних елементів, розробкою методики розрахунку плитних залізобетонних конструкцій з одно – і двонаправленими порожнинами, експериментальною перевіркою щодо використання отриманих результатів досліджень у практиці будівництва.

Наукова новизна одержаних результатів полягає, насамперед, в обґрунтуванні та розробці основоположних принципів через внутрішнє формоутворення, в створенні нових та удосконаленні існуючих конструктивно-технологічних варіантів виготовлення порожнистих бетонних і залізобетонних конструкцій, підтверджених трьома патентами України.

Заслуговує уваги метод визначення циліндричних жорсткостей плитних конструкцій з однонаправленими порожнинами, а також закономірності та коефіцієнти зменшення жорсткостей таких конструкцій, врахування яких у розрахунках за другою групою граничних станів більш точно і повно відображає вплив зазначених порожнин на напружено-деформований стан таких конструкцій.

Представляє інтерес метод визначення несучої здатності порожнистих залізобетонних конструкцій з двонаправленими розташуваннями порожнин, який базується на використанні деформаційного методу і реальних діаграм деформування двовісно-стиснутого бетону, застосування яких у бітаврових перерізах ураховує суттєве збільшення міцності бетону і жорсткості плит.

Велике значення має також використання деформаційного методу з врахуванням роботи двовісно розтягнутого бетону у розрахунках порожнистих плит за другою групою граничних станів.

Практичне значення отриманих результатів представленої до захисту дисертаційної роботи полягає, насамперед, у створенні нових типів та вдосконаленні існуючих бетонних і залізобетонних порожнистих конструкцій; розробці технологічних схем виготовлення та рекомендацій по впровадженню таких конструкцій у практику нового будівництва, зокрема стадіону «Арена-Львів», а також реконструкції існуючих будівель і споруд, в тому числі навчальних корпусів №6 та 6а Національного університету «Львівська політехніка».

Апробація результатів роботи. Основні результати досліджень доповідалися і обговорювалися на чисельних науково-технічних і науково-практичних конференціях, семінарах та інших наукових форумах, починаючи з

2001 року по теперішній час. Найбільш вагомими серед них є: Всеукраїнська науково-технічна конференція «Сучасні проблеми бетону та його технологій», Київ, 2002р.; XII International Scientific Conference “Rzeszow-Lviv-Kosice” “Current Issue of Civil and Environmental Engineering” Rzeszow, 2009р.; сьома Міжнародна науково-технічна конференція «Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди», Рівне, 2011р.; Міжнародна науково-технічна конференція «Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди», Рівне, 2011р.; конструкції будівель і споруд: проектування, зведення, реконструкція, обслуговування», Макіївка, 2011р.; п'ята Міжнародна конференція «Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій», Львів, 2014р.; Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні проблеми у будівництві», Полтава, 2013р.; Всеукраїнський міжвузівський науковий семінар «Залізобетон минулого, сучасного і майбутнього», Львів, 2015р.; 3 Міжнародна науково-технічна конференція «Ефективні технології і конструкції в будівництві та архітектурі села», Львів - Дубляни, 2020р..

У повному обсязі дисертаційна робота доповідалася на міжнародній науково-технічній конференції «Науково-технічні проблеми сучасного залізобетону», Полтава, 2017р.; на дев'ятій Міжнародній науково-технічній конференції «Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди», Рівне, 2018р. і на розширеному засіданні кафедри автомобільних доріг та мостів Національного університету «Львівська політехніка» (22 вересня 2020р.).

Публікації. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 55 наукових праць, в тому числі 1 монографія, 30 статей у наукових фахових виданнях України, 7 статей у виданнях, які входять до міжнародних науко - метричних баз даних, 4 статті у періодичних виданнях інших держав, 3 патенти, 6 публікацій апробаційного характеру, 4 статті у виданнях, які додатково відображають матеріали дисертації.

Особистий внесок автора дисертації полягає у розробці нових конструктивних рішень порожнистих і у вдосконаленні існуючих бетонних і залізобетонних конструкцій, в їх експериментально-теоретичних дослідженнях, а також в розробці методів їх розрахунку і в широкому запровадженні у практику будівництва.

Достовірність розроблених автором наукових положень, теорій і методик підтверджується: **обґрунтованістю** прийнятих вихідних передумов, що базуються на фундаментальних основах будівельної механіки; результатах проведених експериментальних досліджень, у т.ч. багатьох натурних конструкцій та задовільною збіжністю експериментальних даних з розрахунком за розробленою в дисертаційній роботі методикою.

Аналіз змісту дисертації

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, розкрито стан наукової проблеми, сформульовані мета і завдання досліджень, наукова новизна дисертації, практичне значення для проектування і виробництва, предмет і об'єкт дослідження, методи виконання досліджень, показано зв'язок теми дисертації з науковими планами і програмами Національного університету «Львівська політехніка» та держави України як члена європейської та світової спільноти, наведено інформацію про апробацію роботи та дані про публікації.

В першому розділі дисертації наведено огляд і систематизовано та доповнено існуючу класифікацію монолітних, збірних і збірно-монолітних перекриттів різного типу, а також залізобетонних прогонових будов мостів, монолітних фундаментних плит і бетонних блоків.

Показано, що незалежно від конструктивно-технологічних рішень оптимізація плитних залізобетонних конструкцій досягається, в основному, шляхом улаштування відкритих порожнин між балками-ребрами або шляхом улаштування замкнутих порожнин.

Крім цього, в першому розділі розглянуті існуючі методики розрахунку залізобетонних перекриттів, прогонових будов мостів і фундаментних плит. Показано, що для їх розрахунку використовуються спрощені інженерні методи та більш точні підходи з використанням числових методів, і що в розглянутих методиках величина жорсткості плитних залізобетонних конструкцій в обох напрямках приймалася незмінною без врахування геометричної і фізичної нелінійності.

На основі виконаного у першому розділі огляду літературних джерел автор дійшов служного висновку про те, що незалежно від конструктивно-технологічних вирішень перекриттів оптимізація їх конструкцій досягається, переважно, двома способами:

- улаштуванням відкритих порожнин з використанням ребер (поздовжніх, проміжних, поперечних) з плоскою, як правило, верхньою плитою.
- улаштуванням замкнутих порожнин за допомогою порожнино - утворювальних вставок.

При цьому, відомі методи розрахунку перекриттів та настилів базуються, як правило, на класичних рівняннях деформування плоскої пружної пластини сталої в обох напрямках жорсткості з використанням тригонометричних і бігармонійних рядів, що ускладнює їх використання на практиці.

Зауваження:

1. В процесі огляду літературних джерел автор не завжди здійснює критичний аналіз отриманої інформації.
2. Рис. 1.10, 1.11 потрібно було б збільшити до стандартних розмірів, щоби розгледіти на них надписи і цифри.

У другому розділі дисертації за результатами обширних патентних і літературних пошуків визначені основні конструктивно-технологічні особливості плитних залізобетонних конструкцій з ефективними вставками. Такі вставки з відносно легких і маломіцних матеріалів по відношенню до оточуючого (навколишнього) бетону мають в рази меншу деформативність і міцність, тому простір, який вони займають, можна умовно розглядати як порожнини.

Обґрунтовані і приведені розроблені принципові схеми плитних залізобетонних конструкцій перекриттів, фундаментів, прогонових будов мостів та інших споруд з ефективними вставками. Розглянуто також низку інших переваг плитних залізобетонних конструкцій і порожнистих бетонних блоків з вставками, які можна реалізувати в будівлях різного призначення.

Підсумовуючи результати досліджень, виконаних у другому розділі, автор справедливо вказує на те, що надання раціональних форм монолітним плитними конструкціям через формоутворення зсередини необхідно розглядати в комплексі з розробленням нової або вдосконаленням існуючої теорії їхнього розрахунку.

Зауваження:

1. Оптимізація бетонних і залізобетонних порожнистих конструкцій, про яку йде мова на початку другого розділу, неможлива без формулювання цільової функції.
2. Розглядаючи технологічні фактори, які впливають на ефективність порожнистих плитних елементів зі вставками, автор розглядає традиційну технологію укладання бетонної суміші та її ущільнення вібруванням в той час, як по Україні, зокрема у м. Харкові та у Харківській обл.. при виготовленні таких конструкцій застосовують самоущільнювальний бетон, який дозволяє бетонувати, наприклад, перекриття в одну стадію без вібрування та розривів.
3. В кінці розділу доцільно було б навести номери публікацій автора, в яких відображені представлені результати досліджень у цьому розділі.

У третьому розділі приведені результати експериментальних досліджень 3-х серій монолітних плоских перекриттів з круглими, квадратними і призматичними пінополістірольними вставками з поздовжнім і поперечним розташуванням вставок, випробуваних за різними схемами завантаження. Проведені автором експериментальні дослідження показали, що міцність, жорсткість і тріщиностійкість зразків з повздовжнім і поперечним розташуванням вставок суттєво відрізняються, що необхідно враховувати в загальному статичному розрахунку і конструюванні плитних конструкцій зі вставками.

Третій розділ містить також методику і результати натурних випробувань плоского монолітного залізобетонного перекриття значних розмірів в плані – 7,6x12,1 м. Випробування із завантаженням до рівня нормованої величини навантаження показало, що таке перекриття з однонаправленим розташуванням вставок є жорсткою і загалом надійною конструктивною системою.

Зауваження:

1. У тексті дисертації бажано було б надати дані про екологічність застосування пінополістірольних вставок у житловому будівництві. Адже при їх горінні під час пожежі утворюються токсичні гази і ядовиті формальдегідні смоли.
2. Руйнування дослідних зразків з поперечним розташуванням вставок відбувалося за похилими перерізами (рис. 3.23), а в деяких елементах - за похилими перерізами з проковзанням робочої арматури за опорою (рис.3.30), яке є, як правило, крихким, а тому – вкрай небажаним. Такий характер руйнування експериментальних фрагментів є передбачуваним. Звідси запитання: чи вжив відповідних конструктивних заходів автор, щоб цього не сталося? І що треба зробити при проектуванні плитних конструкцій зі вставками на думку автора, особливо при поперечному розташуванні вставок?
3. На рис. 3.31-3.38 не видно осей, а на рис. 3.19 – розмірів.
4. У висновках до змістовного, в цілому, розділу немає посилань на власні праці за результатами виконаних досліджень.
5. Перед початком експериментальних досліджень бажано було б здійснити пробне моделювання НДС дослідних зразків з метою виявлення можливих «вузьких» місць у їхній конструкції.

Четвертий розділ дисертації містить пропозиції щодо розрахунку плитних залізобетонних конструкцій з порожниноутворювальними вставками. Розглядаючи залізобетонне перекриття з трубчастими вставками як ортотропну пластину з використанням рівнянь теорії пружності розроблено методику визначення жорсткості такого перекриття в двох напрямках. Коефіцієнти зменшення жорсткості визначені для перекриттів із загальними змінними геометричними розмірами і змінними розмірами вставок круглого, квадратного і прямокутного перерізів, які відповідають реальним розмірам перекриттів. Такий підхід щодо визначення жорсткості можна використати також для загального статичного розрахунку монолітних фундаментних плит, прогонових будов мостів та інших плитних конструкцій з ефективними вставками.

За результатами числового моделювання та їх перевіркою експериментально на дослідних плитних елементах з вставками показано, що для розрахунку плитних перекриттів зі вставками можна використати

програмний комплекс «Ліра-САПР» моделюючи роботу об'ємними елементами з фактичними характеристиками матеріалів.

Крім цього, розроблено методику розрахунку плитних конструкцій з двонаправленим розташуванням вставок.

Зауваження:

1. Згідно з теорією пружності при згині пластинок в її елементарних частках окрім згинальних моментів та поперечних сил виникають ще й **крутні моменти**, величина яких залежить від співвідношення ширини до довжини плити і може досягати 40% від величини максимального згинального моменту. Очевидним є також те, що більш податливі вставки «гасять» частково значення крутних моментів. Але, наскільки? В дисертації немає відповіді на це запитання. Більше того, на стор. 164, 165, 166 і рис. 4.1, 4.2, 4.5 крутні моменти $M_{xy} = -M_{yx}$ відсутні. Бажано було б пояснити: чому саме вони не показані там? Проте, у рівняннях рівноваги (4.1) вони (крутні моменти) уже є.
2. У висновках до змістовного, в цілому, розділу відсутні посилання на публікації автора за результатами досліджень.
3. Скінчено-елементне моделювання НДС дослідних конструкцій здійснене уже після виконання експериментів для отримання пояснень того, що уже відбулося, а не для його передбачення.

У п'ятому розділі подано результати експериментально-теоретичних досліджень бетонних натурних порожнистих фундаментних блоків та їх моделей. Роботу дослідних зразків бетонних блоків моделювали в різних програмних комплексах: FEMAP, ANSYS, ЛІРА-САПР.

Заслуговує уваги розроблена автором конструкція, програма і методика досліджень та випробування чотирьох типів порожнистих блоків з відкритими і закритими порожнинами з використанням наявних на заводах будіндустрії металевих форм з незначним їх дооснащенням.

Зауваження:

1. Чи не створять проблем оброблені антисептиком вставки із дерев'яної тирси у фундаментних блоках у майбутньому? Адже в умовах тепловологісного середовища з плином часу можливе загнивання цієї тирси та утворення грибка!
2. Чи не являється жаргоном термін «Центрове» навантаження (стор. 230)?

У шостому розділі представлені розроблені автором рекомендації, що включають технологічні та експлуатаційні особливості улаштування і техніко-економічна ефективність бетонних і залізобетонних порожнистих конструкцій.

Зокрема, в розділі подано також результати вогневих випробувань фрагментів плитних конструкцій з пінополістірольними вставками. Це фрагменти перекриттів будівлі стадіону «Арена-Львів», конструкцію яких розробляв автор дисертації.

Використання вставок при улаштуванні багатьох плитних конструкцій підтвердило їх ефективність, пов'язану з суттєвою економією бетону і зменшенням власної ваги. Так для перекриттів зі вставками витрати бетону і відповідно власна вага зменшилась від 27% до 35%. Внаслідок суттєвого зменшення власної ваги перекриттів досягається також зменшення витрат робочої арматури – до 7...12%.

Зауваження:

1. У цьому розділі відсутні вузли з'єднання порожнистих плит перекриттів з несучими бортовими елементами, які суттєво впливають на несучу здатність будівель, в цілому, за сейсмічної дії навантаження.

У цьому розділі відображено власний досвід автора з проектування і використання монолітних залізобетонних перекриттів та інших порожнистих конструкцій, запроектованих під його керівництвом і за його участю. Це перекриття багатьох будинків різного призначення і фундаментні плити різної конфігурації в плані, різних конструктивних схем з одно- і двонаправленим розташуванням вставок. Вони застосовані як при новому будівництві, так і при реконструкції будівель.

Побажання:

За результатами накопиченого досвіду доцільно було б опублікувати окрім монографії ще й навчальний посібник для передачі цих знань студентам будівельних спеціальностей та впровадження його у навчальний процес.

В додатках дисертаційної роботи наведено фотографії характеру тріщиноутворення і руйнування бетонних блоків при їх натурних випробуваннях, напружено-деформований стан дослідження блоків в ПК ANSYS і ЛІРА, довідки про впровадження результатів роботи.

Висновки про відповідність дисертації вимогам «Порядку присудження наукових ступенів» Міністерства освіти і науки України.

Дисертаційна робота Мельника Ігоря Володимировича «Напружено-деформований стан та експериментальне впровадження порожнистих бетонних і залізобетонних конструкцій» є завершеною науковою працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані теоретичні та практичні результати для вирішення важливої науково-технічної проблеми сталого розвитку європейської та світової спільноти до 2030 року в частині енергозбереження, енергоефективності та екологічності шляхом вдосконалення і надання

раціональних форм залізобетонним і бетонним конструкціям масового виготовлення через порожниноутворення, а також розробки методів розрахунку їхньої несучої здатності за першою і другою групами граничних станів.

Наведені за текстом дисертації критичні зауваження та побажання, в цілому, є дискусійними і не знижують загальної позитивної оцінки роботи.

Структура дисертації к.т.н., доцента Мельника І.В. є раціональною. Вона написана технічно грамотно українською мовою та добре викладена і оформлена. Текст автореферату повністю відповідає змісту дисертації.

Представлена до захисту докторська дисертація не містить матеріалів та положень кандидатської дисертації здобувача.

Отримані результати в повній мірі відповідають тематиці і розкривають поставлену мету та завдання дисертаційної роботи. Тема дисертації та її зміст повністю відповідають паспорту спеціальності 05.023.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди, за якою вона представлена до захисту. Дисертаційна робота Мельника І.В. за вказаною темою повністю відповідає кваліфікаційним вимогам пп. 9, 10, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів» МОН України. Вона може бути кваліфікована як така, що вирішує важливу наукову і прикладну проблему при проектуванні та розширенні застосування в будівництві ефективних порожнистих бетонних і залізобетонних конструкцій, зокрема перекриттів, фундаментів, прогонових будов мостів, фундаментних блоків, що пов'язано з актуальними проблемами ресурсо - і енергозбереження, а її автор, Мельник Ігор Володимирович, заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди.

Доктор технічних наук, професор
кафедри залізобетонних конструкцій
та транспортних споруд Одеської
державної академії будівництва та архітектури

В.М. Карпюк

Підпис д.т.н., проф. Карпюка В.М. підтверджую

Начальник відділу кадрів ОДАБА М.І. Заридька

