

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Мельника Ігоря Володимировича на тему: «Напружено-деформований стан та експериментальне впровадження порожнистих бетонних і залізобетонних конструкцій», представлену на здобуття вченого ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.01-будівельні конструкції, будівлі та споруди (галузь знань – Архітектура та будівництво)

Актуальність теми дисертації. Перманентне вичерпання ресурсів всіх видів, екологічна безпека та, як результат, економічна доцільність спонукають до пошуку нових і вдосконаленню відомих конструктивних рішень будівель і споруд. Щодо бетонних і залізобетонних конструкцій можна вказати, що перераховані вище проблеми багато в чому зумовлені їх значною власною вагою. У зв'язку з чим, істотним та затребуваним є процес різноманітної конструктивної трансформації вказаних елементів, направлений на мінімізацію цього недоліку. «Хочете дізнатися ступінь вдосконалення споруди – зважте її», відмічав Бакмінстер Фуллер і інженери його почули, створивши цілу палітру конструкцій і відповідних технологій, що забезпечують зменшення ваги. Їх роботи досить переконливо зайняли гідне місце в сучасному будівельному комплексі.

Одним з найбільш ефективних напрямів тут став підхід, який заснований на створенні різноманітних пустот в тілі елемента, що зводиться. Зрозуміло, що на фоні досягнутого позитиву, виникла ціла низка нових питань, що потребують свого рішення (філософія дуалізму), таких, наприклад, як особливості деформування тонкостінних конструктивно-анізотропних елементів, формування технологічних обмежень, встановлення ступеня вогнестійкості і багато іншого. Не менш актуальним, також стало питання коректного теоретичного моделювання (в основному скінченно-елементного) напружено-деформованого стану (НДС) позначених систем. В цьому випадку, як відомо, найбільш перевіреним, для репрезентативних висновків, але, як правило, і високобюджетним є метод натурних експериментів. Враховуючи основну направленість представленої роботи – експериментальне тестування розглянутих конструкцій – можна зробити висновок про її практичну застосовність для потреб науки та виробництва, що доповнює необхідний інформаційний ряд обговорюваного напрямку.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана в Національному університеті «Львівська політехніка» і відповідає пріоритетним напрямкам кафедри автомобільних доріг та мостів, зокрема в частині «Розроблення, дослідження та вдосконалення конструктивних вирішень і методів розрахунку мостів, будівель та споруд», а також науковому напрямку галузевої науково-дослідної лабораторії з оптимізації, дослідження, обстеження і проектування конструкцій будівель і споруд (ГНДЛ-112 НУ «Львівська політехніка»), науковим керівником якої за сумісництвом є автор.

У дисертації відображено результати досліджень, виконаних в межах низки договірних робіт на створення науково-технічної продукції (№№ державної реєстрації 010U8004268, 0111U010560, 0110U006966, 0113U005262, 0110U005032, 0112U001216, 0114U001215, 00112U007672, 0114U001221, 0111U010233, 0113U005260, 0114U001219, 0114U004755, 0115U004210, 0114U001216, 0116U002842, 0116U002843, 0116U006715, 0116U006716, 0118U001532, 0118U007354, 0118U007355, 0119U101967) і використаних на багатьох об'єктах з порожнистими залізобетонними і бетонними конструкціями. Автор був керівником цих робіт.

Об'єкт та предмет дослідження. Представляється неабсурдним наведене визначення «об'єкта дослідження», яке має утримувати позначення дії.

Неможна також бути згодним з формулюванням позицій «наукової новизни», при цьому як по формі та і по суті. І зокрема:

- наукова новизна повинна відповідати не дослідженням (методикам), а їх результатам;
- навряд можна враховувати, що в цій роботі «вперше» представлені методології влаштування конструкцій, які розглядаються. Досить згадати (як до речі це і зроблено в роботі) відповідні дослідження і конструкції в США, Німеччині, Україні (патенти, авторські свідоцтва, зведені об'єкти опонента та його учнів) і т.ін.;
- мабуть автор може претендувати на не більше чим уточнення алгоритму підрахування умовно інтегральних фізико-геометричних характеристик досліджених елементів.

Відсутня наукова гіпотеза дослідження.

В цілому, вважаю, що основний науковий інтерес все ж таки представляють результати експериментальних досліджень, включаючи сформульовані на їх базі висновки.

«Розглядаючи сформоване **практичне значення результатів**» неможна не здивуватися тому, що тут, окрім дійсно корисних рекомендацій, продекларовані деякі методи, (які?!) в той час як в «**науковій новизні**» скромно обговорені тільки методики!?!

Публікації. За темою і результатами дисертаційної роботи опубліковано 55 наукових праць: монографія, 30 статей у наукових фахових виданнях України, 7 статей у виданнях, які входять до міжнародних наукометричних баз даних, 4 статті у періодичних виданнях інших держав, 3 патенти, 6 публікацій апробаційного характеру, 4 статті у виданнях, які додатково відображають матеріали дисертації.

В цих публікаціях повною мірою висвітлені основні положення і результати дисертації. Окрім того, результати роботи докладалися на наукових конференціях і семінарах: Науково-практична конференція «Проблеми винахідництва та раціоналізаторства в Україні», Львів, 2001 р.; Всеукраїнська науково-технічна конференція «Сучасні проблеми бетону та його технологій», Київ, 2002 р.; XII International Scientific Conference “Rzeszow-Lviv-Kosice” “Current Issue of Civil And Environmental Engineering”, Rzeszow, 17-19 september 2009; сьома Міжнародна науково-технічна конференція «Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди», Рівне, 27-29 вересня 2011 р.; Міжнародна науково-технічна конференція «Будівельні конструкції будівель і споруд: проектування, зведення, реконструкція, обслуговування», Макіївка, 6-8 вересня 2011 р.; п'ята Міжнародна конференція «Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій», Львів, 24-27 червня 2014 р.; Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні проблеми в будівництві», Полтава, 12-15 листопада 2013 р.; Всеукраїнський межвузівський науковий семінар «Залізобетон минулого, сучасності і майбутнього», Львів, 14-15 травня 2015 р.; третя Міжнародна науково-технічна конференція «Ефективні технології і конструкції в будівництві та архітектурі села», 26-27 травня 2020 р., Львів-Дубляни.

У повному обсязі дисертаційна робота доповідалася на Міжнародній науково-практичній конференції «Науково-технічні проблеми сучасного залізобетону» (Полтава, 18-20 жовтня 2017 р.) на дев'ятій Міжнародній науково-технічній конференції «Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди» (Рівне, 16-18 жовтня 2018 р.) і на розширеному засіданні кафедри автомобільних доріг та мостів Національного університету «Львівська політехніка» (22 вересня 2020 р.).

Дисертація, яка рецензується представляє собою оформлену науково-досліджувану роботу. **Ступінь обґрунтування** наукових положень роботи зумовлюється кореляцією (в основному) її результатів з результатами, отриманими іншими авторами, а також із загальними тенденціями розвитку сучасної теорії залізобетону. На користь відміченого говорить достатній рівень узгодженості встановлених експериментальних і теоретичних параметрів, а також якісна та кількісна картини деформування та руйнування досліджуваних конструктивів. Отримані результати, висновки та рекомендації не протирічать, а кореспондуються з принциповими положеннями, що відносяться до поведінки пустотних конструкцій.

Достовірність досліджень підтверджена значним об'ємом експериментально отриманих результатів і зіставленням їх з теоретичними аналогами, розробленими на підставі різних розрахункових моделей, в тому числі, й деформаційної.

Збіжність результатів порівняння, повною мірою говорить про репрезентативність постульованого в дисертації експериментального підходу.

Перераховане, на наш погляд, підтверджує **прийнятну представленість інформації**, що наведена в роботі.

Оцінка змісту дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, семи розділів, загальних висновків і семи додатків. Робота викладена на 473 сторінках і містить 320 сторінок основного тексту, 237 рисунків, 24 таблиці, 18 повних сторінок з таблицями і рисунками, 29 сторінок використаних літературних джерел та 123 сторінки додатків.

У **вступі** позначена актуальність питань, розглянутих в дисертації, наведені мета та задачі дослідження, обговорені наукова новизна і практична значимість теми, а також застосовані методи дослідження. Окрім того, інформація, яка має місце, включає відомості про особистий внесок здобувача, апробацію роботи, її структуру та об'єм, а також публікації за темою.

Перший розділ традиційно присвячено огляду конструктивних рішень і досліджень обговорюваних систем. Тут досить повно та логічно направлено розглядані результати зарубіжних та вітчизняних досліджень. Відмічені їх переваги та недоліки, позначені невирішені питання. Вважається, що шляхом введення певної класифікації, об'єм розділу міг бути більш лапідарним. Це

дозволило би спростити його читання, а також розглянути такі важливі питання, як висвітлення розглянутих проблем в національних нормативних базах та обговорити технологічні аспекти проблеми, керуючись, при цьому, постулатами В.Г. Шухова.

Другий розділ фактично є продовженням першого, оскільки утримує гарно відому інформацію про правила формування, проектування та вдосконалення рішень конструкцій плит і великорозмірних блоків.

Третій розділ рівно як і **п'ятий розділ** представляються найбільш значними в роботі, оскільки присвячені натурним випробуванням конструкцій, які розглядаються. Сам факт проведення натурних випробувань, який представляє досить бюджетну процедуру, вже дозволяє оцінювати ці етапи досліджень як позитивні. Важливим моментом тут є те, що в основі експериментальних досліджень лежать апріорі складені програми. Хотілося б, щоб згадані програми базувалися на теорії планування з обґрунтуванням типів випробувань, їх кількості, кількості зразків. Чіткіше також було б описання процедури в класичному порядку:

- мета експериментів (об'єкт та предмет);
- тип зразків та їх кількість;
- системи навантаження;
- системи вимірювання;
- технологія проведення;
- результати та висновки.

Все це присутнє в роботі, але в нерегульованому вигляді, що ускладнює прочитання і оцінювання результатів випробувань.

Не зовсім зрозуміло, з точки зору коректності моделювання, яким чином створювалася рівномірно розподілене навантаження, і що з себе представляли опорні частини плит.

Доцільною була б оцінка застосовності для випробуваних зразків гіпотез Бернуллі-Кірхгофа-Лява-Клебша, а також, як наслідок, деформаційної теорії розрахунку.

Домінантним, на наш погляд, є (це надзвичайно важливо для теорії і практики!) певний якісний характер руйнування плит і блоків, які знаходяться в складі нормально виконаної кладки.

Четвертий розділ присвячено формуванню розрахункових моделей з різним рівнем деталізації розрахункової схеми. Зокрема, при описанні плит у

вигляді елементу конструктивно-ортотропної плити, коефіцієнти зниження жорсткості представлені тільки для конкретних вихідних (геометричних) даних (таблиця 4.1). Це, більшою мірою, відповідає деякому підбору параметрів під результати експериментів. При SE-моделюванні сумнівно виглядає апроксимація пластини тільки елементами SE-41 (в рефераті на сторінці 21 невірно названим SE241?!). Найбільшу зацікавленість в цьому місці дослідження викликають емпіричні вирази (4.24) і (4.25), які в певному ступені позначають аналог критерія вичерпання несучої здатності. Вважалося б доречним також пояснення необхідності розрахунку балкових плит в рамках пропонованої методики і, особливо, в порівнянні з існуючими підходами.

При моделюванні НДС блоків ФБП відсутня інформація про умови закріплення і виду навантаження, так як на графіках рисунків 5.37, 5.38 тільки вказано: «окреме навантаження», «навантаження в складі стіни». А яким чином при 3D-моделюванні відображається НДС стіни та якої стіни: несучої чи самонесучої?

В рамках рецензування інформації розділу 6 виникає основне питання про інтегральне зіставлення параметрів порівняння, що відповідають вкладишам, які виконані з арболіту та з інших матеріалів, в першу чергу, з пінополістиролу з $\gamma \approx 15 \text{ кг/м}^3$. Стосовно технології укладання бетону тут мабуть більш принциповими технологічними питаннями є питання організації швів розриву бетонування і точності встановлення вкладишів (див. дисертацію В.Б. Никуліна). Що ж стосується прогріву бетону, то вважається доречним використання добавок ($T^{\circ}\text{C} \geq -18^{\circ}\text{C}$), на заміну використання цієї процедури для тонкостінних елементів, включаючи взагалі відмову від неї.

В сьомому розділі відображені результати впровадження розглянутих в дисертації систем. Інформацію відрізняє великий об'єм та репрезентативність її представлення, зумовлені кількістю реалізованих об'єктів і різноманітністю конструктивних елементів. Весь матеріал переконливий і показує доцільність (що має місце і в інших регіонах України та за її межами) використання порожнистих залізобетонних елементів.

Вважалося би правильним привести тут результати порівняння різних систем цих ефективних конструкцій.

Оформлена дисертація відповідає вимогам «Положення про порядок присудження учених ступенів та присвоєння вченого звання старшого

наукового співробітника». Автореферат також оформлено відповідно з позначеними вимогами і повністю відповідає й розкриває зміст дисертаційної роботи. Він утримує 41 сторінку, у тому числі 35 рисунків і 2 таблиці.

За змістом дисертації є зауваження:

- відсутній економічний аналіз прийнятих конструктивних рішень і, в першу чергу, порівняння відповідних характеристик з відомими альтернативними реалізаціями;
- на жаль, ніяк не позначені технології виробництва розглянутих елементів (плити, блоки);
- абсолютно не розглянутий реологічний аспект проблеми та не оцінена ступінь вогнестійкості розглянутих елементів;
- незважаючи на той факт, що в рамках формування розрахункової моделі врахована особливість деформування двовісно стиснутого бетону, критерій вичерпання несучої здатності і критерій тріщиноутворення в плитах практично не використовувались і не запропонувались (наприклад критерій Карпенко-Морлі, Василькова-Шмуклера, модель безперервної поверхні руйнування з обмежуючим куполом, Continuous Surface Cap Model (LS-DYNA) та ін.). Навряд емпіричні залежності (4.24) і (4.25) можуть бути їм еквівалентною заміною;
- із роботи не зрозуміло, що з себе представляли скінченно-елементні моделі плит: тип SE елементів для обшивок, ребер, капітелей. Тут, як відомо, істотною проблемою є використання в рамках однієї моделі SE-елементів різної мірності (SE - стрижня, спільно з SE - балки-стілки, SE – плити). Умови гладкого стикування Беличко-Цая представлені, в основному, в ПК ANSYS. Незрозуміло також як задавалися крайові умови та умови навантаження (наприклад, рис. 4.8);
- неточності, які відмічені в попередньому пункті, як наслідок, викликають заперечення по розрахунку, що наведений в Додатку Б: якісний характер, поля переміщень, рис. Б11, зусилля (відсутність симетрії), характер армування і т.д.; окрім того, виглядає оціночно грубим представлення деформування плити у вигляді незалежного розглядання місцевого та загального вигину, причому останнього на підставі балкової моделі;
- яка саме кореляція результатів розрахунку по континуальній моделі, що записана для ортотропних плит та скінченно-елементної?

- в роботі не обґрунтована необхідність при розрахунку армування експлуатація деформаційного методу. Слід було б більш детально пояснити наявність ниспадаючих гілок на рис.4.19 і 4.20;
- хотілося б побачити обґрунтування та алгоритми визначення продекларованих коефіцієнтів зниження жорсткостей C_x ; C_y і т.д.;
- враховуючи, що в роботі, в основному, розглянуті балкові плити, вважалося б доцільним їх порівняння за різними критеріями (вага, вартість, трудомісткість) при різноманітних типах вкладишів і пуансонних. Окрім того, улаштування порожнин в балкових плитах за рахунок вкладишів (в особливості, розташованих перпендикулярно прогину) нажалі корелює, на наш погляд, з принципом «Бритва Окама»;
- при розгляданні конструкцій і технології виробництва відмічених блоків і плит ніяк не позначена система використання «другого» днища.

Процедура видалення блоків і збірних плит із металевих форм, в сукупності з транспортно-монтажними завантаженнями (а це принципово важливо для збірних елементів і, особливо, бетонних) істотним чином впливає на формування схем навантаження цих елементів, на відміну від експлуатаційних, які також при проведенні експериментів потрібно було б обґрунтувати.

Крім того, належало б згадати той факт, що 9-12-ти поверхові будинки, зводяться з полегшених блоків ФБП вже багато років в м. Суми;

- на нинішньому етапі розвитку будівельної науки, вважалося б ефективним, при формуванні конструктивних параметрів розглянутих конструктивів, використати методи управління.

Наведені зауваження повною мірою носять дискусійний характер і це цілком природно для оцінки докторської дисертації. Низка сформованих в роботі положень зумовлює (і це принципово важливо!) подальший розвиток представленого підходу. Сказане дозволяє зробити висновок про те, що дисертація Мельника Ігоря Володимировича є завершеною науковою працею, в рамках якої досягнута поставлена мета: удосконалення конструктивних рішень пустотілих бетонних і залізобетонних елементів, шляхом експериментальних і теоретичних досліджень їх напружено-деформованого стану. Характер наукових і практичних результатів розглянутого дослідження дозволяє зробити висновок про те, що робота

«Напружено-деформований стан та експериментальні впровадження порожнистих бетонних та залізобетонних конструкцій» **відповідає вимогам пунктів 9, 10, 12 «Порядку присудження наукових ступенів та присвоєння вченого звання старшого наукового робітника», зі змінами та доповненнями, затвердженого Постановою кабінету Міністрів України від 24.07.2013р. №567, а її автор – Мельник Ігор Володимирович, заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.01 - будівельні конструкції, будівлі та споруди (галузь знань – Архітектура та будівництво).**

Офіційний опонент,
завідувач кафедри будівельних конструкцій
Харківського національного університету
міського господарства імені О.М. Бекетова,
Заслужений діяч науки і техніки України,
Лауреат Державної премії України
в галузі науки і техніки,
Лауреат Державної премії України
в галузі архітектури,
доктор технічних наук, професор

Валерій ШМУКЛЕР

| | | | |
|--------------|-------------------|----|----|
| Підпис | <i>В. Шмуклер</i> | | |
| Засвідчує: | <i>кадр.</i> | | |
| відд. кадрів | | | |
| " | " | 20 | р. |

