

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Ромашко Василя Миколайовича на тему: «Деформаційно-силова модель опору бетону та залізобетону», представлену до захисту у спеціалізовану вчену раду Д.35.052.17 при Національному університеті «Львівська політехніка» на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.01-будівельні конструкції, будівлі та споруди.

Актуальність теми дисертації. Постійне вдосконалення розрахункових моделей конструкцій, що виконані із залізобетону, традиційно привертає значну кількість дослідників, які прагнуть внести свій вклад у вирішення цієї непрості проблеми. Розглядаючи ретроспективу, трансформацій, що мали місце можна відзначити різноманітність опису як власне матеріалу, так і його структури. І, зокрема, від тіла Гука до тіл Сен-Венана і Ньютона, а від них до пружно-пластичного Прандля; від ізотропії до анізотропії, яка породжується неоднорідністю структури і тріщинами: від сполошного тіла О.Коші до дискретного або дискретно-континуального континууму. Зазначений логічний ланцюжок, на тлі розвитку теорії пружності, теорії пластичності і реології, визначив створення всієї сукупності можливих і неможливих нелінійних теорій, що базуються при цьому, як на теоретичних так і численних експериментальних результатах. І це не випадково, і перш за все, в силу ряду тенденцій, які чітко проглядаються (в тому числі і в національних нормах) при описі «згубника розрахункових теорій» - залізобетону. Тут доречно, на наш погляд, зазначити звичайне прийняття концепцій о можливості відділення опису напруженого стану елемента від деформованого, короткочасного деформування від тривалого, а також прийняття віртуального опору конструктиву, що описується за схемою «складові композиту - перетин - елемент» і багато іншого. І, тим не менш, структура цього місцевого, популярного в різних точках світу матеріалу, зміна його властивостей у часі, різноманітність силових завантажень і несилкових збурень приводило і приводить до істотної розбіжності пропонованих теоретичних результатів і експериментальних даних. З іншого боку, залучення нелінійних моделей породжує неоднозначність рішень, що посилюються вимогами доказу їх стійкості, збіжності до істинної нерухкої точки і т.д., а врахування особливостей деформування матеріалів в повному обсязі

(наприклад, спадна гілка на діаграмі матеріалу) відображає надію на отримання найбільш адекватних теоретичних положень.

Перераховане, з урахуванням теми спрямованості представленої дисертації, а також сучасних підходів, дозволяє кваліфікувати її як **актуальну і придатну** для потреб теорії і практики будівельних (залізобетонних) конструкцій.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Основні дослідження теоретичного та прикладного характеру виконані в рамках держбюджетних робіт кафедр: інженерних конструкцій за темою «Дослідження роботи та удосконалення методів розрахунків будівельних конструкцій при різних режимах зовнішніх впливів» (державний реєстраційний номер 0107U004181); промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд за темою «Розробити нові та удосконалити існуючі методики розрахунку будівельних конструкцій, включаючи підсилені, при дії одноразових і повторних навантажень» (державний реєстраційний номер 0112U001122); міського будівництва і господарства за комплексною темою «Реконструкція та утримання міських територій, будівель і інженерних комунікацій (державний реєстраційний номер 0108U009332); основ архітектурного проектування, конструювання та графіки за темою «Геометричне та фізичне моделювання в архітектурі, будівництві та техніці» (державний реєстраційний номер 0114U001154).

Оцінка змісту дисертації. Дисертаційна робота містить вступ, сім розділів, загальні висновки, список використаних літературних джерел та додатки. Вона побудована методологічно правильно та відповідає вимогам МОН України; включає 336 сторінок основного тексту, 144 ілюстрації, 21 таблицю, список використаних джерел із 551 найменування та 8 додатків.

У вступі наведена інформація об актуальності роботи, позначені мета і задачі дослідження, викладена загальна характеристика, сформульовані ознаки наукової новизни і практичної значимості дисертації.

Особливий інтерес викликає **перший розділ** роботи, в рамках якого вельми якісно, повно і нетенденційно виконані:

- аналіз досліджень, що складають основу сучасної нормативної бази і методів розрахунку бетонних і залізобетонних конструкцій;
- класифікація розрахункових моделей бетону та арматури з оцінкою їх достоїнств і недоліків;

- формулювання основних передумов і припущень, що приймаються для опису особливостей деформування залізобетонних елементів.

Однак не, ясно про який принцип Декарта йдеться на 53 сторінці?

Другий розділ присвячений викладу основних принципів, що лежать в основі побудови запропонованої деформаційно-силової моделі. Тут в фізично прозорій формі і логічно послідовно викладено концептуальний зміст постулюємого підходу.

Проте, при прочитанні розділу і згадуючи слова Р. Декарта «... дайте пояснення словам і половина помилок людства відпаде сама по собі ...», виникає питання про те, як деформація може бути відносною, якщо вона і є відносна величина. Мабуть, мова повинна йти про відношення двох величин деформацій. Крім того, при формуванні залежності (2.8) вважалося б необхідним дати доказ відсутності на діаграмі « $M - \frac{1}{r}$ » точок перегину (зміни кривини кривої, не плутати з кривиною елемента!), горизонтальних ділянок, можливої наявності декількох екстремумів, стрибків і т.д. Перераховане зумовило б репрезентативність повноти апроксимації цієї залежності. Заразом (див. Висновки до розділу 2) виникає питання о кількісному відображенні 1-й і 2-й параметричних точок (по О.Я. Бергу) на розглянутій кривій. З висновків також не ясно, що таке градієнтні ефекти?

І саме, мабуть, головне - так що ж таке шарнір пластичності?

Найбільш цікавим і, поза сумнівом, актуальним матеріалом в **третьому розділі** дисертації є принцип побудови процедур пошуку граничних деформацій бетону. На думку опонента, дане питання заслуговує особливої уваги, так як при обліку спадаючої гілки на діаграмі матеріалу, визначення гранично можливих або допустимих деформацій є основним. Причому, абсолютно очевидно, що величини граничних деформацій залежать від різних факторів, що переконливо відображено в роботі не тільки якісно, але і кількісно. Крім того, саме подібний підхід дозволяє оцінити необхідність врахування, у конкретних розрахункових ситуаціях, цієї частини (спадаючої) кривої.

Тем не менше, тут при підрахунку потенційної енергії деформації враховується, на жаль, тільки одна компонента тензорів напруг і деформацій, формули (3.20) і (3.22), і ніяк не відображено утворення тріщин і розвантаження при повторних навантаженнях. Застарілим і неточним є термін «теорії міцності» який (стор. 157), замінений в механіці деформованого твердого тіла на термін «теорії граничних станів».

Розділи четвертий і п'ятий є інтегруючими інформаційними блоками, в рамках яких дані алгоритми розрахунку стиснутих, розтягнутих, що згинаються плоских та просторових залізобетонних елементів і, що виконуються на основі деформаційно-силової моделі. Цю частину дослідження відзначає подробиця викладу, значний обсяг розглянутих процедур, кількість побудованих прикладних методик. Проте, зважаючи на достатню строгість реалізації викладок виникають питання:

- припустимо виконувати поділ характеристик жорсткості в нелінійному розрахунку елемента, при цьому, в загальному випадку, тріснутого?
- припустимо, в рамках нелінійної моделі, використання принципу суперпозиції зусиль, формули (4.8), (4.9), (4.30), (4.31)?

Не зовсім вдалим вважається термін «реальний», тут можливо більш доречно заміна на «дійсний».

Слід також зазначити, що пропонується методика оперує зі значною кількістю понять: характеристичний, середній, початковий, розрахунковий (багато в чому за аналогією з ДБН), що, в кінцевому підсумку, ускладнює проведення розрахункових операцій.

При розгляді косоного вигину елемента ігнорується кручення перетину, оскільки формула (5.59) справедлива тільки для вигину.

Шостий розділ містить основні положення розрахунку елементів за другою групою граничних станів. До позитивних результатів тут, звичайно, слід віднести усунення головного недоліку теорії граничної рівноваги, а саме - незалежність напруженого стану від деформованого. В даному випадку, зроблена спроба побудови повного нелінійного розрахунку. Однак, виникають питання, пов'язані з оцінкою однозначності одержуваних рішень, особливо, при обліку спадаючої гілки на діаграмі. Слід також зазначити, що якщо облік впливу поперечної сили (щонайменше для розглянутих прямокутних перетинів) на прогини елементів незначний, то оцінка надійності конструкції (особливо статично визначеній) при утворенні похилої тріщини (а не нормальної!) є прерогативою!?

У **сьомому розділі** наведено набір завдань розрахунку залізобетонних елементів і виконана їх теоретична верифікація.

Можна відмітити, що отримані теоретичні результати, висновки та рекомендації науково обґрунтовані і базуються на основних положеннях прикладної механіки конструкцій і сучасної теорії залізобетону. **Достовірність**

більшості із них підтверджена рядом експериментів різних авторів (в том числі і своїми). Слід також вказати на той факт, що **вірогідність** отриманих результатів підтверджена також значним порівняльним аналізом теоретичних і експериментальних даних з даними, що отримані зарубіжними і вітчизняними дослідниками для достатнього діапазону вивчення варійованих параметрів.

Ступінь обґрунтованості наукових положень роботи визначається значним обсягом зіставлень, результатів, що отримані в її рамках з результатами, які декларуються іншими авторами на базі інших нелінійних моделей. Остання обставина особливо важлива, оскільки **адекватність запропонованої деформаційно-силової моделі** підтримується її загальним кореспондуванням і ідеологічною спрямованістю, які зумовлені Єврокод 2 та ДБН В.2.6-98:2009.

Зокрема слід зазначити повноту і акуратність перетворень, які виконані ретельно і прокоментовані досить обґрунтовано, при цьому, послідовним і доступним викладом матеріалу, що розглядається.

Наукову новизну роботи складають:

- запропонована і побудована діаграма стану залізобетонного елемента « $M - \frac{1}{r}$ » яка має функціональну єдність з діаграмами деформування бетону « $\sigma_c - \epsilon_c$ » та забезпечує методологічну єдність розрахунків залізобетонних елементів за граничними станами;
- отримана п'ятипараметрична функція, за допомогою якої визначаються граничні деформації стиснутого бетону;
- принцип визначення кривини залізобетонних елементів, який передбачає безпосереднє її знаходження з діаграм стану « $M - \frac{1}{r}$ »

Практичне значення результатів роботи полягає в

- розроблених інженерних методах розрахунку нормальних перерізів бетонних та залізобетонних елементів за граничними станами, які не потребують складного програмного забезпечення і дозволяють виконувати більшість розрахунків за простими компактними алгоритмами;
- підготовлених рекомендаціях, щодо внесення відповідних змін в нормативні документи з проектування залізобетонних конструкцій (ДСТУ Б В.-156:2010) при їх перегляді;

- застосуванні в:
- Волинській філії державного підприємства «Український державний науково-дослідний інститут проектування міст «Дніпромисто» при розрахунку основних несучих конструкцій залізобетонних каркасів наступних об'єктів: «Агропромисловий комплекс по зберіганню та переробці сільськогосподарської продукції в смт. Велика Димера Броварського району Київської області, Овочесховище»; Проект «Супермаркет на вул. Калиновій, 39 в с. Рованці Боратинської сільської ради Луцького району Волинської області»;
- Рівненській філії державного підприємства «Український державний науково-дослідний інститут проектування міст «Дніпромисто» при розрахунку основних несучих конструкцій залізобетонних каркасів житлового кварталу з об'єктами соціального життєзабезпечення по вулиці Гагаріна в м. Рівному;
- товаристві з обмеженою відповідальністю «Галицька основа» (м. Львів) при розрахунку основних несучих конструкцій залізобетонних каркасів наступних об'єктів: «34-квартирний 11-поверховий житловий будинок на Студентській набережній в м. Ужгород»; «Реконструкція з розширенням існуючих будівель на вул. Промисловій, 52б за рахунок добудови під автосалон та СТО з даховою котельнею та технічними приміщеннями з КТП»;
- приватному акціонерному товаристві «Рівнеінвестпроект» при розрахунку основних несучих конструкцій залізобетонних каркасів наступних об'єктів: «Робочий проект підземних переходів з торговим центром в м. Рівне, площа Театральна»; «Робочий проект II-черги реконструкції готелю «Україна»-торгово-офісний комплекс на вул. Соборній, 112В в м. Рівне»; «Робочий проект будівництва багатоквартирного житлового будинку на вул. Соборна, 5 в м. Рівне»; «Реконструкція з перепрофілюванням незавершеного будівництва будинку культури в м. Острог під навчальний корпус Національного університету «Острозька Академія».
- запроваджені в лекційні курси окремих навчальних дисциплін. Авторська монографія та рекомендації використовуються в якості навчальних посібників аспірантами, магістрами та студентами спеціальності «Промислове та цивільне будівництво» Національного університету водного господарства та природокористування (м. Рівне) та Одеської державної академії будівництва та архітектури.

Усі принципові положення дисертації опубліковані у 50 роботах. Основні результати досліджень викладені в монографії, рекомендаціях, в 34-х статтях у друкованих виданнях, які включені до Переліку наукових фахових видань України, у 2-х наукових періодичних виданнях іноземних держав та 5-ти наукових виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз, а також в інших журналах і збірниках. Як впливає з публікацій автора, у тому числі і в співавторстві, всі основні результати дослідження отримані їм самостійно.

Автореферат відповідає дисертаційній роботі та розкриває її зміст. Він містить 42 сторінки, в тому числі 29 рисунків і 8 таблиць. Оформлення автореферату, аналогічно дисертації, відповідає вимогам МОН України.

За змістом дисертації є зауваження:

- незважаючи на позитивну спробу об'єднання розрахунку залізобетонних елементів за двома групами граничних станів, пропонуваній підхід зберігає ідеологію традиційної диференціації при описі їх НДС;
- на жаль, декларована ексклюзивність методу, не позначила будь-яких якісних або кількісних особливостей деформування залізобетонних елементів;
- слід було б вказати на нюанси зумовлені складністю НДС. Як наслідок, належало б обґрунтувати ігнорування практично всіма компонентами тензорів напруг і деформацій для такого складного середовища як залізобетон;
- викладений детермінований підхід виключає облік стохастичності властивостей бетону і, особливо, при оцінці його тріщиноутворення;
- представляло б інтерес розгляд форм перетинів, що відмінні від прямокутних (тавр, двотавр, коло, порожні перетини і інших), при цьому, з урахуванням можливого попереднього напруження арматури у залізобетонних елементів;
- в роботі практично не розглянуті реологічні особливості деформування бетону;
- так як основним моментом підходу є залежність (2.11), вважалося б доцільним обґрунтування, прийнятих за замовчуванням, її повноти, унімодалності, безперервності, монотонності, аналітичності, відповідних до прийнятої апроксимації;

- як, зокрема, впливає з дисертації (а це так і є), наявність спадаючої гілки на діаграмах « $M - \frac{1}{r}$ » і « $\sigma_c - \varepsilon_c$ » не завжди може мати місце. У зв'язку з чим, виникає питання правомірності використання теореми Ферма. Тут мова може йти виключно про точну верхню (sup) або нижню (inf) межі;
- використання критерію Ферма і ідеології січного модуля деформації 1-го роду вступають в протиріччя;
- залежність (2.12) вимагає детального обґрунтування;
- під час запису умов для визначення констант у формулі (2.9) на сторінці 114, введені поняття граничного моменту M_u і граничної кривини $(\frac{1}{r_u})$.

Подальше вираження цих величин через фіброві граничні деформації і геометричні атрибути наводить на думку про еквівалентність (нееквівалентність) можливої заміні деформаційної моделі на пропонувану деформаційно-силову, чи так це?

- і, нарешті, а не було б цікавим і, що найголовніше, сучасним позначення умов для управління якісними і кількісними характеристиками конструктиву, з метою відходу від негативних аномалій, що мають місце при деформації залізобетонних конструкцій?

Загальний висновок: Враховуючи обсяг і різноманіття розглянутих проблем, значну широту охоплення загальнотеоретичних і локальних завдань, реалізований комплекс досліджень, немає нічого дивного в кількості питань, поставлених опонентом. Насамперед (і це природно для докторських дисертацій), важливо що згадані питання, в більшій своїй частині, носять виключно дискусійний характер і можуть бути приводом для подальшого розвитку розглянутих проблем. У зв'язку з чим, вважається репрезентативним наступне: *Дисертація є завершеною науковою роботою і відповідає вимогам п.п.9,11,12 «Порядку присудження наукових ступенів та присвоєння вченого звання старшого наукового робітника», затвердженого Постановою кабінету Міністрів України від 24.07.2013р. №567 до докторських дисертацій, містить нові науково обґрунтовані результати та вирішує важливу науково-технічну проблему розробки основ формування загальної деформаційно-силової моделі опору бетону і залізобетону, що заснована на діаграмах дійсного стану залізобетонних елементів в нормальних перерізах та направленої на розкриття їх внутрішньої статичної невизначеності при забезпеченні методологічної*

єдності всіх розрахунків за граничними станами, запровадження отриманих результатів в практику проектування, а її автор - Ромашко Василь Миколайович, заслугоує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.01 - будівельні конструкції, будівлі та споруди.

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,
доктор техн. наук, професор

В.С. Шмуклер

Підпис професора В.С. Шмуклера засвідчую:

Вчений секретар ХНУМГ імені О.М. Бекетова,
доктор технічних наук, доцент

Д.В. Тугай

