

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Ромашка Василя Миколайовича на тему «Деформаційно-силова модель опору бетону та залізобетону», представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди

Актуальність теми дисертації.

В теперішній час існує велика кількість різноманітних моделей напружено-деформованого стану залізобетонних елементів, які є не досить досконалими. Існуючі деформаційна та силова моделі опору залізобетону мають свої недоліки. Деформаційна модель є кроком вперед у вирішенні проблеми напружено-деформованого стану залізобетонних елементів. Однак і в неї є недоліки, в першу чергу це потрібність використання великої кількості ітерацій при проведенні розрахунків статично невизначених систем.

Проблема удосконалення загальної моделі деформування залізобетонних елементів на основі гіпотези, що поєднує силові фактори з деформаційними параметрами залізобетонних елементів, забезпечуючи тим самим інтегральну оцінку напружено-деформованого стану їх поперечного перерізу при методологічній єдності всіх розрахунків за граничними станами першої та другої групи є досі не повністю вирішеною.

Тому дисертаційна робота Ромашка Василя Миколайовича, яка присвячена розробці загальної деформаційно-силової моделі опору залізобетону, заснованої на діаграмах реального стану залізобетонних елементів в нормальних перерізах та направленої на розкриття їх внутрішньої статичної невизначеності при забезпеченні методологічної єдності всіх розрахунків за граничними станами, є **актуальною**.

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

Тема дисертації відповідає концепції реалізації державної політики з нормативного забезпечення будівництва в Україні на період до 2015 року, схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14.07.2010 р. (№ 1436-р), і стратегії сталого розвитку "Україна – 2020", схваленої указом президента України від 12.01.2015 року (№ 5/2015).

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).

Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій

Обґрунтованість наукових висновків і рекомендацій обумовлюється використанням загальновідомих методів досліджень, а саме: математичним та фізичним моделюванням напружено-деформованого стану залізобетонних елементів, експериментальним дослідженням зразків залізобетонних елементів, загальних методів теоретичних та емпіричних досліджень, перевіркою окремих теоретичних положень експериментальними та теоретичними методами, а також впровадженням результатів досліджень у практику будівництва.

Достовірність результатів роботи підтверджується експериментальними дослідженнями вітчизняних та зарубіжних загальновідомих вчених, а також сучасними методами математичної статистики; використанням фізично обґрунтованих передумов для описання аналітичних залежностей, які приймалися на основі експериментально підтверджених гіпотез; перевіркою збіжності отриманих теоретичних результатів з даними експериментальних досліджень різних авторів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у наступному:

- вперше на основі гіпотези нелінійності жорсткості отримано континуальну діаграму стану залізобетонного елемента « $M-1/r$ », яка має функціональну єдність з діаграмами деформування бетону « $\sigma-\varepsilon$ » та забезпечує методологічну єдність розрахунків залізобетонних елементів за граничними станами на будь-якій стадії деформування;
 - граничні деформації стиснутого бетону в залізобетонних елементах отримано у вигляді функції, залежної від параметрів армування та ступеню неоднорідності деформування бетону в їх поперечному перерізі;
- удосконалено загальну модель деформування залізобетонних елементів конструкцій за допомогою діаграм стану « $M-1/r$ » з збереженням відносної простоти програмного забезпечення та можливості інженерної реалізації більшості розрахунків за компактними алгоритмами;
- удосконалено спосіб розкриття внутрішньої статичної невизначеності залізобетонних елементів конструкцій через доповнення системи статичних, геометричних та фізичних співвідношень діаграмами стану « $M-1/r$ » і функціями граничних деформацій стиснутого бетону, що веде до скорочення ітераційних операцій;
- удосконалено спосіб визначення кривини залізобетонних елементів завдяки її знаходженню безпосередньо з діаграм стану « $M-1/r$ », чим підвищено ефективність енергетичних методів розрахунку прогинів;
- удосконалено методику розрахунку тріщиностійкості залізобетонних елементів за допомогою діаграми стану « $M-1/r$ », якою базову відстань між нормальними тріщинами та ширину їх розкриття пов'язано з основними

параметрами напружено-деформованого стану залізобетонних елементів в системі статичних, геометричних та фізичних співвідношень за максимального уникнення емпіризму;

отримали подальший розвиток:

- критерії вичерпання несучої здатності перерізу залізобетонного елемента за причинно-наслідковим зв'язком з параметрами деформування, чим забезпечено їх трансформацію в критерії досягнення граничного стану залізобетонних елементів;
- способи врахування впливу розтягнутого бетону на загальний стан осередненого перерізу окремих ділянок залізобетонного елемента за допомогою діаграми « $M - 1/r$ », чим забезпечено інтегральну оцінку його напружено-деформованого стану до та після виникнення тріщин;
- методика розрахунку прогинів косозавантажених залізобетонних елементів з її суттєвим спрощенням завдяки залученню універсальних діаграм стану « $M - 1/r$ ».

Практичне значення результатів роботи. Отримані результати досліджень: розвивають загальну теорію деформування бетонних та залізобетонних елементів; удосконалюють методи розрахунку їх нормальних перерізів та забезпечують єдині методологічні передумови для їх виконання.

За результатами досліджень розроблені інженерні методи 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. На їх основі підготовлені рекомендації щодо внесення відповідних змін в нормативні документи з проектування залізобетонних конструкцій (ДСТУ Б В.2.6-156:2010) при їх перегляді.

Результати дисертаційних досліджень впроваджені на ряді об'єктів волинської філії державного підприємства «Український державний науково-дослідний інститут проектування міст “Діпромiсто”», рівненської філії державного підприємства «Український державний науково-дослідний інститут проектування міст “Діпромiсто”», товариства з обмеженою відповідальністю «Галицька основа» (м. Львів), приватного акціонерного товариства «Рівнеінвестпроект». Матеріали дисертаційних досліджень запроваджені в лекційні курси окремих навчальних дисциплін Національного університету водного господарства та природокористування (м. Рівне) та Одеської державної академії будівництва та архітектури.

Повнота викладу отриманих результатів в опублікованих працях

За темою дисертації опубліковано 50 робіт, в тому числі одна монографія, 1 рекомендація, 34 статті у друкованих виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України, дві публікації у наукових періодичних виданнях іноземних держав та у 5-ти наукових виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз, а також в інших журналах і збірниках. Зміст та обсяг публікацій достатньо повно відображає основні положення

дисертації. Матеріали дисертації доповідалися на багатьох конференціях, в тому числі міжнародних та всеукраїнських.

Автореферат ідентичний до змісту з основними положеннями дисертаційної роботи й достатньо повно відображає основні наукові результати, що були отримані здобувачем.

Оцінка змісту дисертації.

Дисертація складається зі вступу, семи розділів, загальних висновків, списку використаної літератури (551 найменування) і 8-ми додатків. Робота викладена на 533 сторінках, з яких 336 сторінок основного тексту, 60 сторінок списку літератури, 137 сторінок додатків. Основна частина дисертації містить 144 рисунки і 21 таблицю на 52-х повних сторінках.

У вступі автор надає загальну характеристику роботи, її актуальність, мету та задачі досліджень. Представлено наукову новизну і практичне значення. Вказано на зв'язок роботи з науковими програмами, надано інформацію про апробацію, публікації й об'єм роботи.

Перший розділ містить огляд літературних джерел, присвячених питанням етапів розвитку загальної теорії деформування бетонних та залізобетонних елементів. Названо дослідників, чиї роботи відіграли важливу роль у заснуванні методів розрахунку. Здійснено класифікацію та визначені основні переваги і недоліки існуючих моделей опору залізобетонних елементів конструкцій силовим впливам.

На основі здійсненого аналізу робіт, пов'язаних із основними положеннями сучасної теорії залізобетону, сформульовані мета і задачі дослідження.

У другому розділі викладено основні положення деформаційно-силової моделі опору бетону та залізобетону, під якою автор розуміє певний образ реального деформування залізобетонних елементів, відтворюваний за допомогою узагальненої діаграми їх стану $M-1/r$ на загальноприйнятих принципах механіки деформованого твердого тіла (МДТТ). Слід, однак зауважити, що проведення аналогії з механікою деформованого твердого тіла не є обґрунтованим. В МДТТ розглядається повний тензор деформацій і напружень, тоді як у дисертації тільки певна їх частина. Крім того, прийнята гіпотеза плоских перерізів, яка є спрощеною гіпотезою опору матеріалів.

Вказано, що характерні для залізобетонних елементів задачі, які розв'язуються в інших моделях специфічними прийомами, в деформаційно-силової моделі можуть бути вирішені за допомогою діаграм стану елементів $M-1/r$ ($N-\varepsilon_c$) та стану матеріалів $\sigma_c - \varepsilon_c$. Обґрунтовано, у тому числі і за причинно-наслідковим зв'язком параметрів деформування, чому граничні деформації бетону не можуть слугувати критерієм вичерпання несучої здатності бетонних та залізобетонних елементів. Показано, що в деформаційно-силовій моделі увага акцентується не на критеріях вичерпання несучої здатності залізобетонних елементів, а на критеріях настання їх граничного стану

У третьому розділі наведені дослідження найважливіших закономірностей деформування бетону в неармованих елементах на основі раніше висунутої гіпотези нелінійності зміни їх жорсткості. Показано, що для центрально стиснутого елемента остання реалізується залежністю січного модуля деформацій, з якої випливає аналітична залежність діаграми деформування бетону при параметрах, знайдених за граничними умовами деформування. Встановлено, що за умов неоднорідного деформування граничні деформації стиснутого бетону $\varepsilon_{c2} = \varepsilon_{cu}$ слід визначати лише за екстремальним критерієм несучої здатності $dM / d(1/r) = 0$.

У четвертому розділі висвітлено основні положення загальної теорії деформування залізобетонних елементів за прийнятою деформаційно-силовою моделлю їх опору. Зазначено, що деформування бетону в залізобетонних елементах і конструкціях багато у чому близьке або подібне до його деформування в бетонних аналогах. Наведені основні характеристики деформування арматури. Розглянуті центрально, позацентрово та косо стиснуті залізобетонні елементи.

У п'ятому розділі розглянуто розрахунок нормальних перерізів залізобетонних елементів за граничними станами першої групи. В рамках деформаційно-силової моделі їх опору, на основі прийнятих автором гіпотез та передумов, розглянуто методики розрахунку плоскозигнутих елементів з одиничним і подвійним армуванням та позацентрово стиснутих елементів, розроблені точні та наближені методи розрахунку косозигнутих і косостиснутих елементів. В основу розрахунку згинальних елементів покладено два загальноприйнятих рівняння рівноваги. За першим із них визначено деформації найбільш розтягнутих арматурних стержнів, а за другим – несучу здатність або необхідний коефіцієнт поздовжнього армування. Отримані відповідні розрахункові залежності для елементів з одиничним та подвійним армуванням для випадків повного використання міцнісних властивостей всіх арматурних стержнів, пружного деформування всіх арматурних стержнів, досягнення межі текучості лише в частині арматурних стержнів та за відсутності такої в інших.

У шостому розділі наведені основні положення розрахунку нормальних перерізів залізобетонних елементів за граничними станами другої групи. Наведено низку гіпотез та передумов, спрямованих на відтворення основних параметрів реального стану елементів на будь-якій стадії їх деформування. Центральне місце серед зазначених параметрів відведено питанням жорсткості та кривині. Тому узагальнену діаграму стану залізобетонного елемента замість традиційної форми запису $M = f(1/r)$ представлено у вигляді $1/r = f(M)$. Ця залежність пов'язана зі станом матеріалів за гіпотезою плоских перерізів.

Розглянуті питання розрахунку утворення тріщин, ширини їх розкриття, жорсткості елемента з тріщинами, розрахунку прогинів залізобетонних елементів.

Сьомий розділ присвячено основним видам задач з розрахунку залізобетонних елементів та коротко описана послідовність їх розв'язку.

Придатність розробленої деформаційно-силової моделі опору залізобетонних елементів та запропонованих методів їх розрахунку перевірена на результатах експериментальних досліджень більше 360-ти різних залізобетонних елементів, випробуваних як вітчизняними, так і закордонними дослідниками. Результати розрахунків несучої здатності, ширини розкриття тріщин, прогинів наведені в графіках та таблицях. Однак, слід зауважити, що порівняння теоретичних та дослідних значень ширини розкриття тріщин (табл. 7.4 на стор. 332) зроблено не коректно. Автор визначає ширину розкриття тріщин на рівні розтягнутої арматури, а в ДБН-ДСТУ, а також в Eurocod-2 ширина розкриття тріщин визначається на рівні нижній грані елемента. Цей факт може дати суттєву похибку в порівнянні.

У додатках наведена цікава і вельми корисна систематизація досліджень розвитку теорії залізобетону силовим впливам, різноманітні залежності визначення жорсткості залізобетонних елементів, залежності модуля деформацій бетону, форми діаграми стану бетону, значення критичних деформацій бетону. Наведені формули з розрахунку за запропонованим методом. Наведені приклади розрахунку несучої здатності, підбору арматури, моменту утворення тріщин, ширини їх розкриття та прогину залізобетонних балок. В додатках наведено також вельми корисні алгоритми розрахунку залізобетонних елементів (несуча здатність, ширина розкриття тріщин, прогини). Наведені також довідки про впровадження результатів досліджень.

Зауваження по роботі

1. На с. 77 зроблено необґрунтований висновок про те, що діаграму стану елемента " $M-l/r$ " доцільно моделювати за допомогою інтегральної жорсткості усередненого перерізу в блоці між тріщинами. Тим більше, що цей висновок ніяк не витікає з огляду літератури, проведеного в першому розділі

2. На с. 84 йдеться про те, що модель, що пропонується, ґрунтується на загальних принципах механіки деформованого твердого тіла (МДТТ). І в той же час приймається гіпотеза плоских перерізів. Про це сказано також на с. 225. Однак відомо, що гіпотеза плоских перерізів є спрощеною гіпотезою опору матеріалів, яка далеко не у всіх випадках згинальних елементів є справедливою.

3. У дисертації багато включень огляду літературних джерел в розділах, які не є оглядовими, а також багато тексту і формул з описом загальновідомих фактів. Так, наприклад, на с. 97-99 говориться про те, що на сьогодні вирішені основні завдання, пов'язані з перерозподілом зусиль, що перерозподіл зусиль дозволяє правильно оцінювати експлуатаційні здатності статично невизначеної системи, що максимальне зусилля в найбільш напруженій ділянці статично невизначеної системи не призводить до руйнування системи і т.д. На с. 302-309 наведені загальновідомі факти і формули з опору матеріалів. Досить було б написати, що прогин визначається за відомою формулою, де кривизну пропонується визначати за методом автора. І тоді 8 сторінок тексту можна було б замінити одним абзацом. Це все відомі факти, які не варто було б описувати навіть в першому розділі, тим більше так докладно.

4. Одним з головних досягнень здобувача є отримання формули 2.11 на с. 114. Однак сам здобувач говорить на с. 115, що цю формулу можна використовувати для елементів без тріщин. І таким чином цінність її практично зводиться нанівець. Не ясно також, як формула 2.11, яка справедлива тільки для елемента без тріщин містить кривизну $1/r_u$ в граничному стані. Крім того, не сказано, яким чином визначати кривизну в граничному стані $1/r_u$?

5. На с. 118-119 приведена необґрунтована критика гіпотези лінійності жорсткості. При цьому наведено порівняння тільки для однієї експериментальної балки М. Safan [495]. Однак, в роботі М. Safan, на яку посилається здобувач, балка зруйнована за похилим перерізом і в цьому випадку вплив похилої тріщини на прогини балки є суттєвим. Крім того, судячи з графіків, крива за [125], побудована за двома характерними точками, а розрахунок за Д.В. Кочкарьовим [125] має на увазі три різних прямих лінії. І ці лінії можуть лягти близько до експериментальної лінії.

6. Вираз (2.14) на с. 118 містить скориговану (реальну) кривизну $1/r^*$, яка залежить від ψ_p . Однак, не сказано, як отримано вираз для ψ_p (вираз 2.12). І далі замість того, щоб пояснити, як визначати ті чи інші параметри запропонованої формули (2.14) дисертант знову пускається в критику існуючих методів розрахунку [125] та [149].

7. На с. 129 в п. 3.1 сказано, що однією з особливостей запропонованої деформаційно-силової моделі є те, що зміну фізико-механічних властивостей бетону рекомендується відстежувати за допомогою січного модуля деформацій. Це твердження про «пропозиції автора» здається дивним, тому що використання січного модуля деформацій давно є загальноприйнятим. І чому автор говорить це як про якийсь особливості власного методу?

8. На с. 235-243 наведена методика розрахунку залізобетонних елементів при косому згині. Не ясно, чи порівнював автор з розрахунками за методикою А.М. Павлікова. Якщо так, то в чому відмінність і переваги методу автора в порівнянні з методом А.М. Павлікова?

9. На с. 291 не пояснено, як отримані вирази (6.24) і (6.25). При цьому є посилання на свої роботи, однак в цих роботах теж не пояснено як отримані ці коефіцієнти.

10. На с. 300 перераховані переваги розробленої методики утворення і розкриття тріщин, які важко вважати обґрунтованими. Зокрема твердження про те, що методика максимально позбавлена впливу емпіричних параметрів, хоча використано багато емпіричних і «вольових» параметрів, таких як коефіцієнт Рема (6.30), коефіцієнт a_{eq} , коефіцієнт η_2 . П'ятий, шостий і сьомий пункти переваг, які наведені на с. 301, не є новими, тому що в існуючих методиках ці чинники також враховані.

11. У дисертації немає методики розрахунку несучої здатності і деформативності похилих перерізів, розрахунку коротких залізобетонних елементів. Тому слід було б говорити про моделі розрахунку згинальних залізобетонних стрижневих елементів з нормальними тріщинами, а не залізобетонних і бетонних елементів взагалі.

Загальна оцінка роботи

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею, в якій вирішено важливу науково-технічну проблему. Вона має наукову новизну, актуальність і практичне значення. Наведені у відгуку зауваження не суттєво знижують загальну добру оцінку роботи.

Результати дисертаційної роботи у достатній мірі пройшли апробацію на конференціях та численних наукових семінарах провідних вітчизняних вищих навчальних закладах, а також належно представлені у наукових виданнях. Автореферат повністю відповідає змісту дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота Ромашка Василя Миколайовича «Деформаційно-силова модель опору бетону та залізобетону» є закінченою науковою працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані теоретичні й практичні результати, які вирішують важливу науково-технічну проблему розроблення деформаційно-силової моделі в нормальних перерізах залізобетонних елементів, розвиває та поглиблює сучасні деформаційні моделі опору залізобетонних елементів силовим впливам.

Робота відповідає вимогам ДАК Міністерства освіти і науки України щодо докторських дисертацій та паспорту спеціальності 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди, а її автор Ромашко Василь Миколайович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – «Будівельні конструкції, будівлі та споруди».

офіційний опонент:

завідувач кафедри техніко-технологічних дисциплін,
охорони праці та безпеки життєдіяльності Уманського
державного педагогічного університету імені Павла
Тичини, доктор технічних наук, професор

Т.Н. Азізов

Підпис професора Т.Н. Азізова підтверджую:
Ректор Уманського державного
педагогічного університету імені Павла Тичини,
професор



О.І. Безлюдний