

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

кандидата технічних наук Калмикова Олега Олександровича

на дисертаційну роботу Зінченко Ганни Валеріївни

"Напружено-деформований стан і руйнування технологічно пошкоджених залізобетонних конструкцій" подану на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук за спеціальністю

05.23.01 – Будівельні конструкції, будівлі та споруди

Дисертація Зінченко Ганни Валеріївни розкриває важливе питання теорії технологічної пошкодженості залізобетонних елементів, що згинаються, та присвячена дослідженням, які дозволяють по-новому оцінити напружено-деформований стан елементів під навантаженням.

1. Актуальність теми дисертаційної роботи.

Відомо, що бетон і залізобетон є найбільш поширеними будівельними матеріалами. На сьогоднішній день будівельні конструкції з цих матеріалів мають найбільше значення в галузі цивільного будівництва.

В сучасних умовах все більш високі вимоги пред'являються до експлуатаційної надійності будівель і споруд. Важливим показником експлуатаційної надійності є їх довговічність. Підвищення довговічності несучих конструкцій будівель і споруд може сприяти поліпшенню показників технологічної пошкодженості бетону та залізобетону, з яких вони зроблені.

Відсутність нормативних документів, що регламентують ступінь небезпеки дефектів і пошкоджень, що виникли в доексплуатаційній стадії в залізобетонних конструкціях, часто не дозволяє визначити, наскільки небезпечний той чи інший дефект, і прийняти необхідні заходи по обмеженню або запобіганню цього впливу.

Методики розрахунку, які зараз рекомендовані нормативними документами, не враховують вплив багатьох факторів, що впливають на роботу залізобетонних конструкцій. Серед них вагоме місце займають структурні чинники, які є основною причиною формування технологічної пошкодженості.

Виходячи з вище сказаного, необхідні подальші експериментально-теоретичні дослідження бетонних і залізобетонних елементів з урахуванням технологічної пошкодженості, доцільно розкрити причини зародження та розвитку технологічних дефектів на різних рівнях структурних неоднорідностей матеріалу і намітити шляхи спрямованого управління кількістю і видами технологічних дефектів. Це дозволить прогнозувати дефектність конструкції і більш повно реалізовувати потенційні властивості матеріалу в кожному конкретному елементі і в усій конструкції в цілому.

З огляду на це, дисертаційна робота Зінченко Г.В. на тему "Напружено-деформований стан і руйнування технологічно пошкоджених залізобетонних конструкцій", в якій систематизовано та узагальнено існуючі данні про роботу матеріалів на мікро- і макрорівнях та про тріщиностійкість залізобетонних балок під час експлуатації, запропонована методика визначення технологічної пошкодженості залізобетонних елементів в доексплуатаційний період, є своєчасною та актуальною.

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

Робота виконана в рамках тематики кафедри залізобетонних та кам'яних конструкцій Одеської державної академії будівництва та архітектури за держбюджетною темою "Експериментально-теоретичні дослідження напружено-деформованого стану та розрахунок елементів пошкоджених залізобетонних конструкцій" (номер державної реєстрації 01090007342) та в рамках фундаментального наукового дослідження Одеського національного морського університету на тему "Теоретичні основи оцінки природних і техногенних ризиків під час будівництва та експлуатації портових і шельфових споруд" (номер державної реєстрації 01170000617).

3. Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації.

Оцінювання достовірності та обґрунтованості положень, висновків та рекомендацій дисертаційної роботи проведено на основі аналізу теоретичного та методологічного базису дослідження, використання методів наукового дослідження, ознайомлення наукової спільноти із результатами експериментів.

Достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій підтверджується використанням широкої інформаційної бази за темою дисертації, проведенням експериментів та отриманням необхідних результатів для подальшого вивчення зміни напружено-деформованого стану в елементах, що згинаються, під навантаженням, використанням загальних методів теоретичних та емпіричних досліджень, деформаційної теорії, методів механіки залізобетону, використанням результатів дисертації при виконанні фундаментального наукового дослідження Одеського національного морського університету у 2017-2019 рр., а також при виконанні магістерських робіт за спеціальністю 192 "Будівництво та цивільна інженерія" на кафедрі "Будівельної інженерії та архітектури" у 2017-2019 рр. та на кафедрі Залізобетонних та кам'яних конструкцій Одеської державної академії будівництва та архітектури у 2014-2018 рр.

Автором дисертації чітко окреслено мету та завдання дослідження, обґрунтовано теоретичні підходи щодо їх виконання. Варто відмітити, що завдання дослідження, положення наукової новизни і висновки дисертації є логічно взаємопов'язаними.

4. Основні наукові результати дисертації.

Зміст наукової роботи, опубліковані здобувачем наукові праці та автореферат підтверджують, що основні наукові положення, висновки і пропозиції сформовані Зінченко Г.В. самостійно, відображають особистий внесок здобувача, характеризуються науковою новизною.

Результатами дисертаційної роботи Зінченко Г.В., які характеризуються науковою новизною, є:

Вперше:

- запропонована комплексна модель структури будівельних матеріалів на мікро- і макрорівнях;
- експериментально визначена глибина технологічних тріщин елементів, що згинаються.

Отримали подальшого розвитку:

- методика опису напружено-деформованого стану залізобетонних елементів;
- модель оцінювання технологічної пошкодженості і розвитку силових тріщин в залізобетонних елементах, що згинаються.

5. Практичне значення результатів роботи полягає в наступному:

1. Підтверджено, що наявність технологічних тріщин в конструкціях в значній мірі впливає на характер утворення та розкриття тріщин під впливом експлуатаційних навантажень та визначає роботу матеріалів в конструкціях та характер руйнування.
2. Систематизовано та узагальнено існуючі данні про роботу матеріалів на мікро- і макрорівнях та тріщиностійкість залізобетонних балок під час експлуатації.
3. Отримана можливість описати процес зростання макротріщини на основі запропонованої комплексної моделі структури будівельних матеріалів на мікро- і макрорівнях, в основі якої лежить використання енергетичних та силових критеріїв руйнування;
4. Методом фотопружності отримана можливість визначити розподіл напружень в композитах регулярної структури до виникнення тріщин на мікрорівні з концентрацією напружень на включеннях;
5. Експериментально підтверджено, що всі тріщини в дослідних зразках розвивалися із технологічних.
6. Ультразвуковий метод дослідження залізобетонних зразків підтвердив присутність технологічних тріщин до дії зовнішнього навантаження.
7. За допомогою математичного апарату запропоновано алгоритм чисельного визначення напружено-деформованого стану біля вершини тріщини нормального відриву в залізобетонних елементах, що згинаються, в умовах змішаного навантаження.

6. Зміст дисертації.

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел (107 найменувань) і двох додатків. Робота викладена на 152 сторінках, з яких 141 сторінка основного тексту, 11 сторінок списку використаних джерел, 2 сторінки додатків. Дисертація містить 56 рисунків, 12 таблиць.

У *першому розділі* дисертації здійснено достатньо детальний огляд літературних джерел щодо технологічних тріщин, які є дефектами, що утворилися в період отримання матеріалу та конструкцій і, що присутні в них до прикладання експлуатаційних навантажень. Виконано узагальнення інформації про тріщиноутворення в матеріалах і залізобетонних конструкціях на мікро- та макрорівнях, вплив технологічної пошкодженості на розвиток тріщин від зовнішніх впливів і навантажень, систематизовано інформацію про напружено-деформований стан біля вершини тріщин від зовнішніх впливів і навантажень. Розкрито питання необхідності вивчення механіки руйнування – як гілки механіки деформованого тіла, що вивчає закономірності порушення суцільності

твердого тіла та не змінює уявлення про матеріал як неперервну середу при оцінці композиційних будівельних матеріалів.

Другий розділ розкриває методи щодо проведення експериментів за темою дисертації з метою отримання результатів для описання напружено-деформованого стану елементів, що згинаються, під дією малоциклового навантаження. Описана методика визначення технологічної пошкодженості, а також наведена можливість використання математичного апарату з метою формулювання критеріїв, що встановлюють межі докритичного розвитку тріщин.

Обґрунтоване питання використання методів неруйнівного контролю: фотопружності - для візуального аналізу напружень та деформацій при дослідженні об'єктів, та ультразвукового – для ідентифікації скритих дефектів.

У третьому розділі дисертації наведені результати експериментів, що були проведені методом фотопружності. Це дозволило отримати наглядну картину розподілу напружень та деформацій біля вершини тріщини.

Представлено метод врахування технологічної пошкодженості залізобетонних елементів, що згинаються. Проведені випробування залізобетонних балок при дії малоциклового навантаження і представлені їх результати. Встановлено характер тріщиноутворення і розвитку тріщин при дії зовнішнього навантаження в згинальних залізобетонних елементах залежно від технологічної пошкодженості. Визначено глибину тріщини залежно від навантаження з використанням ультразвукового обладнання. Встановлено, що тріщини від зовнішнього навантаження розвиваються з технологічних, і за їх траєкторіями.

У четвертому розділі наведена модель опису напружено-деформованого стану біля вершини тріщини в залізобетонних елементах, що згинаються, за допомогою асимптотичного рішення задачі про зростання тріщини в середовищі з пошкодженістю.

Описано результат аналітичного рішення задачі про зростання тріщини в пошкодженому середовищі.

Запропонована модель описання напружено-деформованого стану біля вершини силової тріщини в залізобетонних елементах, що згинаються, в умовах змішаного деформування елемента конструкції в матеріалі зі степенними визначаючими рівняннями.

Наведений алгоритм, що відкриває можливість отримати власні значення, які можуть бути використані для побудови багатомасштабного, багаторівневого опису процесів руйнування біля вершини тріщини.

7. Дискусійні положення дисертаційної роботи та зауваження.

Позитивна оцінка результатів дослідження Зінченко Г.В. не заперечує деяких положень, які є підставою для дискусії окремих недоліків та побажань, що стосуються змісту дисертації. Суть основних з них полягає в такому:

1. Перший розділ дисертації досить розширено розкриває питання формування технологічної пошкодженості на мікро- і макрорівнях, необхідно більш стисло викладати матеріал.

2. У підрозділі 2.1 розділу 2 дисертації не вказана кількість експериментальних зразків із епоксидної смоли.
3. Для моделі, що наведена у підрозділі 2.6 розділу 2, стор.83-87, бажано було б скласти алгоритм, який дозволить більш зручно використати його при описанні напружень та переміщень біля вершини силової тріщини.
4. У другому розділі, стор.60, вказано, що застосування балок з епоксидної смоли в експерименті замість залізобетонних можливе через схожість модулів пружності. Чи давалась оцінка впливу фактору розбіжності в значеннях модулів пружності матеріалів, що замінюються в експерименті, на результати випробувань? Також було б цікавим побачити результати випробувань із схожими, прозорими та пружними матеріалами, такими, як наприклад, оргскло.
5. У другому розділі дисертації, стор.62-63, наведено та аргументовано застосування коефіцієнта пошкодженості K_n . З тексту дисертації не зрозуміло, яким чином використовується зазначений коефіцієнт? Яке його значення вважається сприйнятливим?
6. Мало висвітленим залишилося питання залежності ступеня тріщиноутворення в процесі випробувань від коефіцієнта технологічної пошкодженості в залізобетонних зразках, в дисертації не відображені графічні порівняння, які б розкрили це питання.

8. Публікації за темою дисертації.

Основні положення дисертації опубліковані у 18 наукових працях, з яких: 1 Монографія, 1 входить до науко-метричних баз SCOPUS, 11 статей опубліковано у збірниках, що входять до переліку – рекомендованих ВАК України, за кордоном та у виданнях, включених до міжнародних науково-метричних баз даних; 5 - в інших виданнях, які додатково відображають результати дисертаційного дослідження.

Матеріали досліджень повністю відображені в опублікованих працях, оприлюднені і апробовані на міжнародних науково-технічних конференціях і науково-практичних конференціях.

9. Відповідність змісту автореферату дисертаційній роботі.

Автореферат дисертаційної роботи містить тільки ті положення, які розкриті у роботі, та не містить інформації, яка у дисертації є відсутньою.

Загальна оцінка дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Зінченко Ганни Валеріївни є закінченою кваліфікаційною науковою працею, в якій запропоновано нове вирішення наукової проблеми врахування технологічної пошкодженості залізобетонних елементів, що згинаються, при оцінці напружено-деформованого стану.

Наведені дискусійні положення не впливають на загальну позитивну оцінку та не знижують наукову та практичну цінність дисертаційної роботи Зінченко Ганни Валеріївни, а отримані результати щодо напружено-деформованого стану і руйнування технологічно пошкоджених залізобетонних

конструкцій рекомендуються до врахування при вдосконаленні методів розрахунку при проектуванні залізобетонних конструкцій із важкого бетону.

Подана до захисту дисертація написана науковим стилем, матеріал викладений у логічній послідовності, висновки науково обґрунтовані та підтверджуються результатами досліджень. Наукові результати здійснених досліджень опубліковані у фахових виданнях.

Робота Зінченко Ганни Валеріївни за змістом та обґрунтованістю основних теоретичних та методологічних розробок відповідає рівню дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Вибрану тему дисертаційної роботи необхідним чином розкрито, поставлену мету досягнуто, завдання дисертаційної роботи в цілому виконано.

Висновок

Дисертаційна робота *Зінченко Ганни Валеріївни* "Напружено-деформований стан і руйнування технологічно пошкоджених залізобетонних конструкцій" за актуальністю, обсягом виконаних експериментально-теоретичних досліджень, змістом, рівнем новизни, практичним значенням і повнотою вкладу результатів досліджень у наукових виданнях є завершеною науковою працею і відповідає паспорту 05.23.01 і вимогам пунктів 9, 11, 12 "Порядку присудження наукових ступенів...", затвердженого Постановою Кабінету Міністрів №567 від 24.07.2013р. із змінами, внесеними згідно з Постановами КМ №656 від 19.08.2015р., № 1159 від 30.12.2015р., №567 від 27.07.2016р.

Враховуючи належний науковий рівень виконання дисертаційної роботи, вважаю, що її автор *Зінченко Ганна Валеріївна*, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди.

Офіційний опонент:

Кандидат технічних наук,
доцент кафедри будівельних конструкцій
Харківського національного університету
міського господарства ім. О.М. Бекетова



О.О. Калмиков

Підпис к.т.н., Калмикова О.О. Засвідчую:



Вчений секретар ХНУМГ ім. О.М. Бекетова



Д.В. Тугай