

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

доктора технічних наук, професора Карпюка Василя Михайловича

на дисертаційну роботу Зінченко Ганни Валеріївни

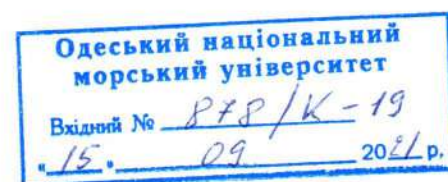
"Напружено-деформований стан і руйнування технологічно пошкоджених залізобетонних конструкцій" подану на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук за спеціальністю

05.23.01 – Будівельні конструкції, будівлі та споруди

Дисертація Зінченко Ганни Валеріївни присвячена подальшому вивченню актуального наукового питання – теорії технологічної пошкодженості залізобетонних елементів, що згинаються, впливу пошкодженості матеріалу на роботу, напружено-деформований стан і руйнування конструкцій під навантаженням.

Актуальність теми. Відомо, що характер тріщиноутворення і розвитку тріщин у залізобетонних згинальних елементах впливає на їх деформації, прогини і несучу здатність, тому у вивченні питання утворення нормальних і похилих тріщин особливу увагу варто приділяти таким чинникам: ступінь насиченості конструкції поперечною й поздовжньою арматурою, міцність бетону, технологічна пошкодженість. Питанню технологічної пошкодженості приділена велика увага Одеських наукових шкіл, дослідження яких показали, що залізобетонні конструкції в процесі переробки у виробі отримують технологічні пошкодження на мікро- і макрорівні. Отримані ушкодження і структурні недосконалості впливають на роботу і поведінку конструкцій в процесі експлуатації. Вони змінюють міцність, деформативність, напружено-деформований стан, характер утворення і розвиток силових тріщин, а також довговічність роботи конструкцій і систем. Тому важливо виконати дослідження утворення технологічних тріщин і причин їх зародження в залізобетонних конструкціях на мікро- і макрорівнях, впливу пошкодженості на напружено-деформований стан, тріщиностійкість, деформативність і довговічність в процесі експлуатації.



Виходячи з наведеного, вирішення задач систематизування та узагальнення існуючих даних про роботу матеріалів на мікро- і макрорівнях та тріщиностійкості залізобетонних балок під час експлуатації, отримання результатів лабораторних експериментів на моделях з метою встановлення характеру розподілу напружень і утворення тріщин, встановлення закономірності розподілу напружень та деформацій біля вершини тріщини і встановлення характеру подальшого руйнування, а також залучення математичного апарату з метою визначення напружено-деформованого стану біля вершини тріщини в елементах, що згинаються, є важливими та актуальними завданнями.

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

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджено:

- необхідним обсягом теоретичних досліджень;
- виконанням лабораторних експериментів над моделями із епоксидної смоли і над залізобетонними зразками-балками з отриманням необхідних результатів;
- використанням методів механіки залізобетону, деформаційної теорії, загальних методів теоретичних та емпіричних досліджень;
- 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.

Наукова новизна результатів досліджень.

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.

Практичне значення результатів роботи полягає в наступному:

- завдяки подальшому вивченню напружено-деформованого стану пошкоджених залізобетонних елементів, що згинаються, та узагальненню інформації про тріщиноутворення в матеріалах і конструкціях на мікро- і макрорівнях 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, деформації, тріщиноутворення, характер руйнування;
- систематизовано та узагальнено існуючі данні про роботу матеріалів на мікро- і макрорівнях та тріщиностійкість залізобетонних балок під час експлуатації;
- запропонована комплексна модель структури будівельних матеріалів на мікро- і макрорівнях на базі енергетичних та силових критеріїв руйнування, яка дала можливість описати процес зростання макротріщини;

напружено-деформованого стану в зразках, виконана оцінка пошкодженості залізобетонних зразків за допомогою коефіцієнту пошкодженості.

Отримано результат по вдосконаленню методики оцінювання технологічної пошкодженості залізобетонних елементів з використанням ультразвукового методу – визначена глибина технологічної тріщини, яка склала 8,6 мм.

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: знайдені аналітичні залежності для кутових розподілів коефіцієнтів асимптотичних розкладань компонент тензора напруження $\sigma_{ij}^{(l)}(\theta)$ та параметра суцільності $g_l(\theta)$.

Запропонована модель опису 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.

Зауваження по дисертаційній роботі:

- ✓ перший розділ дещо перевантажений, необхідно було розглянути роботи, які стосуються матеріалів досліджень;
- ✓ в авторефераті, стор. 10, 11, дуже стисло наведено використання J -інтегралу для формулювання критеріїв, що встановлюють межі докритичного розвитку тріщин;
- ✓ у другому розділі дисертації, стор. 82, 83, не зовсім зрозуміло використання J -інтегралу стосовно тематики роботи;

➤ проведено лабораторний експеримент на моделях-зразках із епоксидної смоли, який дозволив визначити розподіл напружень в композитах регулярної структури до виникнення тріщин на мікрорівні з концентрацією напружень на включеннях;

➤ результати експерименту на залізобетонних зразках-балках підтвердили, що всі тріщини в дослідних зразках розвивалися із технологічних. Підтверджено, що поширення силових тріщин повторює траєкторію технологічних тріщин, які проходять по енергетично вигідному шляху, і призупиняють розвиток в стислій зоні у зв'язку з впливом поперечних сил і місцевого стискання;

➤ ультразвукові дослідження підтвердили присутність невидимих технологічних тріщин до дії зовнішнього навантаження. Визначена глибина технологічних тріщин, яка склала 8,6 мм;

➤ запропонована модель, яка дозволить встановити характер розподілу напружень та утворення тріщин в елементах, що згинаються;

➤ запропонована математична модель опису та алгоритм чисельного визначення напружено-деформованого стану біля вершини тріщини нормального відриву в залізобетонних елементах, що згинаються, в умовах змішаного навантаження.

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.

У другому розділі описані методи, завдяки яким були виконані дослідження полів напружень та деформацій на моделях-зразках із епоксидної смоли, напружено-деформованого стану залізобетонних елементів, що згинаються, технологічної пошкодженості залізобетонних елементів, а також методика використання математичного апарату з метою формулювання критеріїв, що встановлюють межі докритичного розвитку тріщин.

Розкрите питання використання методів неруйнівного контролю, а саме фотопружності - як експериментального методу візуального аналізу напружень та деформацій при дослідженні об'єктів, що знаходяться у складних умовах роботи, та ультразвукового методу для ідентифікації скритих дефектів.

У третьому розділі дисертації наведено результати лабораторних експериментів, що були проведені з метою визначення напружено-деформованого стану пошкоджених згинальних елементів.

Вивчення розподілу ізохром в області заданої технологічної тріщини, що розташовувалась в середині прольоту моделі-зразка із епоксидної смоли, здійснювалось методом фотопружності. Отримана картина розподілу максимальних дотичних і головних напружень в прозорих моделях-зразках.

Аналіз руйнування балок із епоксидної смоли показав, що найбільший інтерес представляє розвиток тріщин під навантаженням з урахуванням технологічної пошкодженості і може бути врахований при аналізі і визначенні напружено-деформованого стану залізобетонних балок.

Описаний експеримент над залізобетонними балками, що здійснювався малоцикловим навантаженням. За результатами експериментів побудовані графіки залежностей прогинів балок від навантаження, проаналізовано зміну

- ✓ не зрозуміло, чому в третьому розділі дисертації та авторефераті не наведені графіки, що відображають зміну деформацій під навантаженням за показниками тензометрів Аістова;
- ✓ на графіках в авторефераті стор.15, рис.14, та в дисертації стор.112, 113, рис.3.19-32-3.21 – підпис у легенді "висота тріщини", а у назві рисунка "глибина тріщини";
- ✓ в роботі не зовсім підтверджена, залежність ступеня тріщиноутворення в процесі випробувань від коефіцієнта технологічної пошкоженості в залізобетонних зразках. Не наведено графічних або табличних порівнянь стосовно цього висновку;
- ✓ дещо узагальнений другий висновок щодо запропонованої комплексної моделі структури будівельних матеріалів на мікро- і макрорівнях, бажано було б конкретизувати модель;
- ✓ для алгоритму, що наведений у дисертації розділ 4, та у авторефераті стор.16, 17, наглядніше було б скласти блок-схему, що дозволить виконати чисельний аналіз, який дасть можливість оцінити асимптотику механічних полів біля вершини тріщини в залізобетонних елементах, що згинаються;
- ✓ на основі алгоритму, запропонованому у четвертому розділі дисертації та в авторефераті стор.16, 17, бажано було б здійснити розрахунок в програмному комплексі з метою отримання конкретних результатів.

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.

Загальна оцінка дисертаційної роботи

Вказані зауваження не зменшують актуальності дисертаційної роботи, 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, а також при реконструкції існуючих об'єктів.

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.

Автореферат відповідає основним положенням дисертації.

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:

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



В.М. Карпюк

Підпис д.т.н., доц. Карпюка В.М.

Засвідчую:

Начальник відділу кадрів ОДАВА



 М.І. Зарицька