

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Семенчі Олексія Олександровича
на тему «Напружено-деформований стан тонкостінних
структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонок з
отворами», подану на здобуття ступеня доктора філософії зі
спеціальності 113 Прикладна математика

Актуальність теми дослідження. Руйнування багатьох тонкостінних конструкцій може бути спричинено наявністю в них концентраторів напружень у вигляді технологічних отворів і включень різної геометрії. Дослідження напружено-деформованого стану таких конструкцій, зокрема його особливостей навколо отворів та включень є нагальною потребою при проектуванні. У даній роботі проаналізовано напружено-деформований стан тонкостінних циліндричних та зрізаних конічних оболонок з круговими та прямокутними отворами зі стрічковими включеннями, матеріал яких має властивості, що відрізняються від базового матеріалу оболонок. Особливо цінними є практичні рекомендації автора, які дозволяють підвищити міцність елементів конструкцій, що можуть бути використані в авіаційній, ракетно-космічній техніці тощо.

Дисертаційна робота виконувалась у відповідності з індивідуальним планом підготовки аспіранта кафедри теоретичної та комп'ютерної механіки Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара. Дослідження проводилися в проблемній науково-дослідній лабораторії міцності і надійності конструкцій кафедри теоретичної та комп'ютерної механіки механіко-математичного факультету Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара в рамках держбюджетної теми № 1-657-21 «Розробка методів прогнозування несучої здатності елементів конструкцій ракетної техніки без використання руйнуючих випробувань і вибір їх раціональних параметрів», номер державної реєстрації № 0121U109768, 2021–2023 рр.

Метою роботи було встановлення раціональних параметрів підкріплювальних елементів тонкостінних структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонок з різними отворами (круговими, прямокутними), що сприятимуть зменшенню концентрації напружень навколо них, за допомогою числового дослідження впливу виду, розмірів та механічних властивостей підкріплювальних елементів (включень) на напружено-деформований стан оболонки. В роботі сформульовано п'ять завдань, які потрібно було вирішити задля досягнення мети. Чотири розділи дисертації повною мірою відображають виконання кожного з поставлених завдань.

Наукова новизна одержаних результатів сформульована у вступі роботи та полягає в такому:

- розроблено *нові* математичні розрахункові моделі для визначення НДС пластинчато-оболонкових елементів конструкцій з неоднорідностями у вигляді отворів і включень з урахуванням специфіки їхньої геометрії;
- розроблено *власну* методику визначення параметрів НДС структурно неоднорідних тіл з різними отворами і включеннями навколо них при пружному деформуванні на основі використання методу скінченних елементів;

- проаналізовано результати комп'ютерного моделювання поведінки циліндричної і конічної оболонок за наявності в них кругових та квадратних отворів і кільцевих та стрічкових включень з урахуванням механічних властивостей матеріалу і специфіки їхньої геометрії;
- проаналізовано зміни НДС та ККН у тонкостінних структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонках з різними отворами і включеннями навколо них при варіюванні механічних і геометричних параметрів включень;
- на підставі виконаного аналізу обґрунтовано раціональні параметри підкріплень, що надають змогу зменшити концентрацію напружень в оболонках навколо локальних концентраторів напружень; виявлено та описано механічні ефекти щодо зміни локації концентрації напружень в залежності від виду отворів і включень;
- встановлено закономірності зміни розподілу напружень і деформацій в оболонці з різними отворами в залежності від їх розташування, виду і властивостей включень;
- розроблено рекомендації щодо застосування включень в тонкостінних структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонках з різними отворами, що дозволяє підвищити міцність розглядуваних елементів конструкцій.

Усі отримані в роботі результати є **науково обґрунтованими**, що забезпечується коректністю постановок задач у межах теорії пружності; використанням апробованих обчислювальних схем числових методів; апробацією розробленої методики на тестових задачах та узгодженістю одержаних розв'язків із відомими з літератури; відповідністю одержаних результатів фізичній суті процесів і явищ, що вивчаються.

Теоретичне і практичне значення одержаних результатів. Розроблені в дисертаційній роботі нові розрахункові моделі і методика визначення раціональних механічних і геометричних параметрів включень в циліндричних і конічних оболонках з круговими і прямокутними отворами мають загальнотеоретичне і практичне значення. Вони можуть слугувати науково-методичною основою для перспективних розробок в механіці деформованого твердого тіла, в інженерній практиці – при розрахунках міцності неоднорідних конструкцій з різноманітними концентраторами напружень з метою прогнозування безпечної роботи досліджених видів конструкцій в машинобудуванні, енергетиці, будівництві, аерокосмічній техніці тощо.

Важливим здобутком дисертанта є опублікування методичної розробки «Посібник до вивчення дисципліни «Прикладні обчислювальні технології» (Вид-во «Ліра», 2023 р.), що використовується при підготовці магістрів за спеціальністю 113 Прикладна математика, освітньо-професійна програма «Комп'ютерна механіка».

Запропонована методика по зменшенню концентрації напружень навколо отворів може бути застосована у науково-дослідних і проектно-конструкторських організаціях при проектуванні, розрахунку і оцінці міцності елементів конструкцій нової техніки, зокрема, ракетно-космічної.

Апробація результатів дисертації є достатньою. Основні результати роботи доповідались і обговорювались на 6 міжнародних наукових конференціях та у цілому – на міжкафедральному науковому семінарі «Математичні проблеми механіки» Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара.

Публікації. За темою дисертації автором опубліковано 10 наукових праць, з яких: 4 статті – у провідних наукових фахових виданнях України, що внесені до відповідного переліку МОН України, 6 матеріалів міжнародних наукових конференцій і тези доповідей, 1 навчальний посібник, що повністю відповідає вимогам до публікацій, викладеним у Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (зі змінами). Основний зміст публікацій повністю відповідає змісту дисертації.

Усі основні результати дисертаційної роботи отримані здобувачем самостійно. В працях, написаних у співавторстві, особистий внесок здобувача полягає у запропонованій методиці, алгоритмі та числовій реалізації, безпосередній участі у виконанні всіх етапів робіт: комп'ютерному моделюванні, проведенні обчислювальних експериментів, інтерпретації результатів, обговоренні і формулюванні висновків.

Структура роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, що містять 42 рисунки та 21 таблицю, висновків, списку використаних джерел із 165 найменувань і двох додатків на 27 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 150 сторінок, обсяг основного тексту 110 сторінок, що відповідає вимогам, встановленим освітньо-науковою програмою «Прикладна математика» спеціальності 113 Прикладна математика.

Оформлення роботи відповідає чинним вимогам. Робота добре структурована, написана зрозумілою мовою, грамотно, логічно.

У вступі роботи обґрунтовано актуальність теми дисертації; зазначено зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами; сформульовано мету й завдання дослідження; визначено наукову новизну, достовірність, теоретичне і практичне значення одержаних результатів; наведено відомості про апробацію результатів роботи, публікації та особистий внесок автора, структуру та обсяг дисертації.

У першому розділі дисертації проведено огляд літературних джерел з обраної проблематики. Проаналізовано основні роботи з тематики досліджень напружено-деформованого стану оболонкових конструкцій з отворами і включеннями, проблем зниження концентрації напружень навколо отворів та методів розв'язування вказаних задач.

У другому розділі розглянуто особливості застосування методу скінченних елементів до визначення напружено-деформованого стану структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонок. Наведено основні співвідношення методу скінченних елементів, рівняння рівноваги для тонкостінних циліндричних і конічних оболонок. Сформульовано варіаційну постановку задачі визначення напружено-деформованого стану тонкостінних структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонок.

У третьому розділі автором запропоновано власні математичні розрахункові моделі для визначення напружено-деформованого стану пластинчато-оболонкових елементів конструкцій з неоднорідностями у вигляді отворів і включень з урахуванням специфіки їх геометрії. Описано авторську методику визначення параметрів напружено-деформованого стану структурно неоднорідних тіл з різними отворами і включеннями навколо них при пружному деформуванні на основі використання методу скінченних елементів.

З використанням запропонованої методики проведено дослідження з визначення напружено-деформованого стану структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонок з круговим отвором. Здійснено порівняльний аналіз результатів числового розрахунку напружено-деформованого стану вказаних оболонок з відповідними аналітичними розв'язками для окремих випадів. Проведено комп'ютерне моделювання і числовий аналіз впливу механічних і геометричних параметрів кільцевих включень на концентрацію напружень в оболонках з малим круговим отвором. Сформульовано рекомендації щодо вибору раціональних параметрів кільцевих включень, що зменшують концентрацію напружень навколо локальних концентраторів напружень в оболонках обох видів.

У четвертому розділі досліджено напружено-деформований стан структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонок з прямокутним отвором. Виконано порівняльний аналіз результатів числового розрахунку напружено-деформованого стану вказаних оболонок з відомими розв'язками для окремих випадків. Проведено числовий аналіз впливу механічних і геометричних параметрів стрічкових включень на концентрацію напружень в оболонках з прямокутним отвором (розглянуті оболонки з «малим» квадратним отвором). Визначено компоненти напружено-деформованого стану та коефіцієнт концентрації напружень для обох видів оболонок з квадратними отворами і включеннями навколо них при різних механічних і геометричних параметрах включень. Обґрунтовано раціональні параметри стрічкових включень, що надають змогу зменшити концентрацію напружень навколо локальних концентраторів напружень в оболонках обох видів. Виявлено механічні ефекти щодо зміни локації концентрації напружень в залежності від виду отворів і сполучення параметрів включень.

Висновки сформульовано до кожного розділу роботи, найбільш вагомі з них подано в кінці роботи. Висновки відповідають поставленим завданням та логічно випливають з проведеного дослідження.

Високо оцінюючи в цілому представлену Семенчею О. О. дисертацію, вважаю за доцільне висловити окремі зауваження та побажання:

1. Відомо, що кутові точки є найбільш небезпечними з погляду міцнісних характеристик конструкцій, оскільки при підході до них напруження зростають нескінченно. У роботі розглядалися кутові прямокутні (квадратні) отвори, проте стосовно цих особливостей напружень ніяких пояснень, припущень або обґрунтувань в роботі не наведено.
2. У 3-му і 4-му розділах роботи, присвячених власній методиці комп'ютерного моделювання розглядуваних оболонок, зокрема, вказується, що «на межі поєднання матриці і включення використовували адаптивну сітку з

коефіцієнтом подібнення 10». Чим обумовлений вибір саме такого значення коефіцієнта? Чи виконувалися розрахунки за інших значень цього коефіцієнта? Відповідь хотілося б почути на захисті.

3. Більшість робіт останніх 5 років, які вказані у списку використаних джерел, є власними роботами автора, статтями наукового керівника та співавторів. Основну ж частину списку (близько 60% від загальної кількості) складають фундаментальні роботи з тематики дослідження, видані 20 і більше років тому. Така увага до класичних робіт, безумовно, є корисною, проте у майбутніх дослідженнях радимо автору приділяти більшу увагу новітнім розробкам.

Вказані зауваження не знижують в цілому високої оцінки виконаної автором роботи.

Загальний висновок. Вважаю, що здобувач Семенча О. О. в результаті виконання дисертаційної роботи повністю оволодів методологією наукової діяльності, особисто отримав вагомі наукові результати. Дисертація Семенчі Олексія Олександровича на тему «Напружено-деформований стан тонкостінних структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонок з отворами» є закінченою науковою працею, яка відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (зі змінами), а її автор заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 Прикладна математика.

Рецензент:

доцент кафедри теоретичної
та комп'ютерної механіки
Дніпровського національного
університету імені Олеся Гончара
кандидат фізико-математичних наук,
доцент

Тетяна ХОДАНЕН

Підпис канд. фіз.-мат. наук, доц. Ходанен Т. В. засвідчую
Проректор з наукової роботи



Олег МАРЕНКОВ