

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Семенчі Олексія Олександровича

«Напружено-деформований стан тонкостінних структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонок з отворами»,

подану на здобуття ступеня доктора філософії

зі спеціальності 113 Прикладна математика

1. Актуальність обраної теми дисертації, її зв'язок з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота Семенчі О.О. присвячена дослідженню напружено-деформованого стану (НДС) тонкостінних циліндричних та зрізаних конічних оболонок з круговими та прямокутними отворами зі стрічковими включеннями, матеріал яких має властивості, що відрізняються від базового матеріалу оболонок. Дослідження впливу локальних концентраторів на НДС оболонок і знаходження способів зниження концентрації напружень є актуальним завданням механіки деформівного твердого тіла. Аналіз зміни характеру розподілу напружень в околі локальних концентраторів напружень за наявності включень навколо них та впливу матеріалу включення на величину коефіцієнта концентрації напружень, а також надання рекомендацій щодо застосування включень в тонкостінних структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонках з різними отворами надає змогу впливати на підвищення міцності елементів конструкцій, зокрема, авіаційної, ракетно-космічної техніки та ін.

Дисертаційна робота виконувалась у відповідності з планами наукових досліджень 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.

2. Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів, наданих у дисертаційній роботі

Особистий внесок здобувача полягає в розробці математичних розрахункових моделей для визначення НДС пластинчато-оболонкових елементів конструкцій з неоднорідностями у вигляді отворів і включень з урахуванням специфіки їх геометрії; розробці методики визначення параметрів НДС структурно неоднорідних тіл з різними отворами і включеннями навколо них при пружному деформуванні на основі використання методу скінченних елементів; встановленні закономірностей зміни розподілу напружень і деформацій в оболонці з різними отворами в залежності від їх розташування, виду і властивостей включень. Результати розрахункових та теоретичних досліджень, які виносяться на захист, отримані автором самостійно.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій

Обґрунтованість і достовірність одержаних у роботі результатів забезпечується використанням загальновизнаних положень, співвідношень та методів механіки деформованого твердого тіла; строгістю і коректністю математичних постановок задач у межах теорії пружності, теорії пластин і оболонок; використанням апробованих обчислювальних схем числових методів; апробацією розробленої методики на тестових задачах та узгодженістю одержаних розв'язків із відомими в літературі; відповідністю одержаних результатів фізичній суті процесів, що вивчаються.

4. Ступінь новизни результатів, їх теоретичне та практичне значення

Новизна отриманих у роботі результатів полягає у такому:

- Розроблені математичні розрахункові моделі визначення НДС оболонкових елементів конструкцій з отворами і включеннями з урахуванням їх геометрії.
- Розроблена методика визначення параметрів НДС оболонок з отворами і включенням навколо них на основі методу скінченних елементів.
- Проведений порівняльний аналіз результатів комп'ютерного моделювання поведінки оболонок за наявності кругових і квадратних отворів та включень навколо них з урахуванням механічних властивостей матеріалу і специфіки геометрії оболонок.
- Встановлені та обгрунтовані раціональні параметри включень, що надають змогу зменшити коефіцієнт концентрації напружень в оболонках навколо отворів. Виявлені механічні ефекти зміни зони локації концентрації напружень в залежності від виду, розмірів та механічних параметрів включень.
- Встановлені закономірності зміни розподілу напружень і деформацій в оболонці з різними отворами в залежності від їх конфігурації та властивостей включень. Проаналізовано зміну характеру розподілу напружень в околі отворів за наявності включень та впливу матеріалу включення на величину коефіцієнта концентрації напружень. Розроблено рекомендації щодо застосування включень в тонкостінних структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонках з різними отворами, що дозволяє впливати на їх НДС з метою підвищення міцності елементів конструкцій.

5. Практичне значення отриманих результатів

Розроблені в дисертаційній роботі нові розрахункові моделі і методика знаходження раціональних з точки зору зменшення концентрації напружень механічних і геометричних параметрів включень в оболонкових елементах конструкцій (циліндричних і конічних) з круговими і прямокутними отворами

мають як теоретичне, так і практичне значення. Вони можуть служити науково-методичною основою для перспективних розробок в механіці деформованого твердого тіла, надають змогу проводити дослідження актуальних задач механіки, які виникають в інженерній практиці при розрахунках міцності неоднорідних конструкцій з різноманітними концентраторами напружень. Одержані результати розв'язаних задач для структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонкових елементів конструкцій можуть безпосередньо використовуватися при прогнозуванні безпечної роботи відповідних конструкцій в машинобудуванні, енергетиці, будівництві, аерокосмічній техніці тощо.

6. Висновок про повноту опублікування основних положень дисертації

Тема дисертації відображена автором у 4 статтях, що входять до переліку наукових фахових видань України категорії Б. Апробацію одержаних результатів проведено на 6 міжнародних наукових конференціях з опублікуванням тез доповідей. Основні результати дослідження автора є самостійними. Вважаю, що ці публікації з достатньою повнотою висвітлюють зміст роботи та її ключові положення.

7. Аналіз основного змісту роботи

У *вступі* проведено опис актуальності, мети та завдань поставлених в роботі, її новизни та практичного значення.

Перший розділ присвячений огляду проблематики розрахунку та зниження концентрації параметрів НДС структурно неоднорідних оболонкових елементів тонкостінних конструкцій. Здійснено аналіз праць з дослідження НДС оболонкових конструкцій з отворами і включеннями та існуючих підходів щодо проблеми зниження концентрації напружень навколо отворів. Проведено огляд літератури з методів розв'язування задач визначення НДС циліндричних і конічних оболонок.

У *другому розділі* розглянуто застосування методу скінченних елементів до визначення НДС структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонок.

Наведені основні співвідношення методу скінченних елементів, рівняння рівноваги для тонкостінних оболонок. Сформульована варіаційна постановка задач визначення НДС тонкостінних структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонок.

У третьому розділі запропоновано математичні розрахункові моделі для визначення НДС оболонкових елементів з отворами і включеннями. Розроблена методика визначення параметрів НДС структурно неоднорідних оболонок з отворами і включеннями навколо них на основі використання методу скінченних елементів. Проведено дослідження з визначення НДС циліндричних і конічних оболонок з круговим отвором. Проведено порівняльний аналіз результатів числового дослідження з аналітичними розв'язками для окремих випадків. Здійснено комп'ютерне моделювання і числовий аналіз впливу механічних та геометричних параметрів включень на концентрацію напружень в оболонках з малим круговим отвором. Встановлені раціональні параметри включень, що дають змогу зменшити концентрацію напружень навколо отворів в оболонках обох видів.

У четвертому розділі проведено дослідження НДС структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонок з прямокутним отвором. Проведено порівняльний аналіз числового розрахунку НДС оболонок з відомими в літературі аналітичними розв'язками для окремих випадків. Проведено числовий аналіз впливу механічних і геометричних параметрів включень на концентрацію напружень в оболонках з малим квадратним отвором. Визначені компоненти НДС та коефіцієнт концентрації напружень для циліндричних і конічних оболонок з квадратними отворами і включеннями навколо них при варіюванні ширини та механічних параметрів включень. Встановлені раціональні параметри включень, що надають змогу зменшити концентрацію напружень навколо прямокутних отворів в оболонках обох видів. Виявлені механічні ефекти

стосовно зміни локації зони концентрації напружень в залежності від виду отворів і сполучення параметрів включень.

У висновках викладені основні результати роботи, що виносяться на захист. Список літературних джерел, з моєї точки зору, досить повно відображає стан справ по тематиці дисертаційної роботи.

У додатках наведено список публікацій автора за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації, а також розподіл полів інтенсивності напружень в оболонках, що додатково підкреслює глибину проведених обчислювальних експериментів.

8. Оцінка структури дисертації, мови та стилю викладення
Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літературних джерел та двох додатків. Рукопис дисертації написано українською мовою та оформлено відповідно до існуючих вимог.

9. Зауваження щодо змісту дисертації

1. У роботі бажано було вказати конкретні матеріали та зазначити можливі області застосування отриманих результатів для реальних інженерних проектів.
2. Доцільно було б навести конкретні приклади, де можна застосувати розроблені моделі, запропоновану методику і одержані результати числових розрахунків та показати як ці результати можуть вплинути на розвиток нових методів оцінки та прогнозування напружено-деформованого стану оболонкових конструкцій.
3. З тексту роботи не ясно, яким чином введено систему координат в циліндричній оболонці, проте для конічної оболонки ця інформація є.
4. У роботі не достатньо уваги приділено питанню яким чином змодельовано включення та що відбувається на стику двох різних матеріалів. При цьому не вказано, які механічні властивості задано в

вузлах скінченних елементів, що є спільними для двох різних матеріалів.

5. У роботі не вказано, які існують межі застосування запропонованої методики при використанні включень.
6. У дисертації відсутня інформація про переваги і недоліки розглянутих методів та методик.
7. Було б доцільно дослідити як впливає кривина циліндричної і конічної оболонок на величину коефіцієнта концентрації напружень в околі отвору за наявності включень.
8. У роботі присутні технічні помилки та неточності, зокрема, це стосується кількості використаних джерел (див. стор. 108 і 110, джерело [7]). Отже, список літератури складає 166 джерел, а не 165, як це вказано у роботі (див. стор. 21).

10. Відповідність дисертації спеціальності, за якою вона подається до захисту

Дисертаційна робота Семенчі О.О. на тему «Напружено-деформований стан тонкостінних структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонок з отворами» за змістом відповідає спеціальності 113 Прикладна математика.

11. Загальні висновки

Дисертаційна робота Семенчі О.О. є результатом самостійного та завершеного наукового дослідження. Вона характеризується актуальністю обраної теми, науковою новизною, достовірністю одержаних результатів та чіткими висновками. Дисертаційна робота має як теоретичну, так і практичну цінність. Тематика роботи відповідає спеціальності 113 Прикладна математика.

Вважаю, що дисертаційна робота Семенчі Олексія Олександровича «Напружено-деформований стан тонкостінних структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонок з отворами», що представлена на здобуття

ступеня доктора філософії зі спеціальності 113 Прикладна математика, відповідає вимогам, що висуваються до кваліфікаційних наукових праць, які встановлені відповідно наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 р. зі змінами від 21.03.2022 р.), а її автор Семенча Олексій Олександрович заслуговує присудження ступеня доктора філософії зі спеціальності 113 Прикладна математика.

Офіційний опонент

В.о. директора Інституту технічної
механіки НАН України і ДКА України,
завідувач відділу міцності і надійності
механічних систем Інституту,
член-кореспондент НАН України
доктор технічних наук, професор



Володимир ПОШИВАЛОВ