

Відгук

офіційного опонента на дисертаційну роботу Рожок Лілії Степанівни "Просторові задачі теорії пружності для циліндричних оболонок складної геометрії та структури", подану на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук за спеціальністю 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла

Актуальність теми дисертації. Циліндричні оболонки – найважливіший елемент конструкцій літаків, ракет, підводних човнів. У будівництві вони знаходять широке застосування в конструкціях будівель, резервуарів, газгольдерів, трубопроводів.

На даному етапі розвитку науки збільшується кількість конструкцій та їх елементів, виконаних у вигляді оболонок різної товщини з круговим та некруговим поперечним перерізом. Використання конструкцій подібного типу дає змогу задовольнити вимоги, пов'язані зі зменшенням ваги конструкції без зниження її несучої здатності.

Необхідність створення конструкцій з підвищеними вимогами до їх міцності й довговічності з використанням мінімальної кількості матеріалів та з найменшими витратами на їх виготовлення і експлуатацію, висуває на перший план проблему оптимального проектування. Саме на етапі проектування конструкцій велику роль відіграють чисельно-аналітичні методи теорії оболонок, оскільки вони дозволяють найбільш просто виявити вплив тих чи інших параметрів та підказати шляхи покращення самої конструкції стосовно підвищення характеристик її міцності.

Відсутність достатньо точних та ефективних методів розв'язання задач теорії пружності для нетонких неоднорідних анізотропних оболонок призводить до необхідності розробки нових методик для розв'язання задач даного класу в просторовій постановці, що дозволять отримати з високим ступенем точності значення всіх факторів напружено-деформованого стану в широких діапазонах зміни геометричних та механічних характеристик за різних видів прикладеного навантаження.

Крім того певну зацікавленість викликає питання, пов'язане з розширенням класів задач, розв'язок яких можна отримати за допомогою існуючих методів.

Врахування вищезгаданих обставин обумовлює **актуальність** обраної теми дисертації.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження, результати яких викладено в дисертаційній роботі, виконано у відповідності з науковими темами відділу обчислювальних методів Інституту механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України та науково-дослідними роботами кафедри теоретичної та прикладної механіки Національного транспортного університету МОН України, зокрема: НДР № 1.3.1.382 "Дослідження механічної поведінки неоднорідних анізотропних елементів сучасних конструкцій складної структури за допомогою нових підходів на основі різних моделей", номер державної реєстрації 0112U000249, 2012 – 2016 рр.; НДР № 1.3.1.401 "Чисельний аналіз впливу конструктивної та структурної

неоднорідності анізотропних оболонкових структур на їх стаціонарне деформування", номер державної реєстрації 0115U005709, 2016 – 2020 рр. та ін.

Наукова новизна та основні наукові результати дослідження полягають у розробці спільної чисельно-аналітичної методики математичного дослідження напружено-деформованого стану циліндричних тіл двох типів: нетонких циліндричних оболонок складної геометрії та структури за певних граничних умов на торцях та суцільних ізотропних циліндрів за різних способів закріплення торців, що базується на редукції вихідної крайової задачі до одномірної, яка описується системою звичайних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами, розв'язання якої здійснюється чисельним методом; розв'язання нових класів задач статички для циліндричних тіл, що розглядаються, в просторовій постановці, включаючи

- розвиток методу апроксимації функцій дискретними рядами Фур'є для циліндричних тіл першого типу та застосування методу сплайн-апроксимації для циліндричних тіл другого типу з розкриттям невизначеності в геометрично особливій точці;
- побудову розв'язків нових розширених класів просторових задач для циліндричних тіл двох типів, пов'язаних з їх ускладненими геометричними та механічними характеристиками;
- проведення аналізу характеристик напружено-деформованого стану циліндричних тіл першого типу за певних граничних умов на торцях та в залежності від зміни кривизни поверхні відліку поперечного перерізу, анізотропії матеріалу, з врахуванням шарів по товщині і локальності прикладеного навантаження та способу закріплення торців для циліндричних тіл другого типу;
- виявлення ряду характерних закономірностей в розподілі полів переміщень та напружень, викликаних прикладеним навантаженням і встановлення нових ефектів, пов'язаних з геометрією та структурою розглядуваних тіл, зокрема, досліджено суперпозицію еліптичної та деяких гофрованих форм поперечних перерізів для ізотропного та ортотропного матеріалу, а також за наявності ортотропного середнього шару тришарової циліндричної оболонки.

Практичне значення результатів дослідження полягає у можливості використання розробленої методики, що враховує складну структуру та форму поперечного перерізу розглядуваних циліндричних тіл для дослідження їх напружено-деформованого стану з метою проведення розрахунків оцінки міцності та надійності подібних конструкцій та їх елементів, вибору відповідної структури та форми поперечного перерізу, що задовольнятиме заданим умовам експлуатації і дає можливість уникнути необхідності проведення дорогих пошукових експериментальних досліджень, а також для індуктивних оцінок правомірності результатів, отриманих з використанням уточнених моделей теорії оболонок.

Ступінь обґрунтованості нових положень, висновків та рекомендацій. Всі висновки досліджень отримані в результаті коректно

поставлених задач просторової теорії пружності в рамках теорії нетонких оболонок з залученням строгого та коректного математичного апарату, надійних чисельних методів та програмного забезпечення. Отримані результати перевірялися на ряді задач даного класу: порівнянням результатів, отриманих іншими авторами та з точним розв'язком у тих випадках, коли він існує; контролем точності розрахунків на базі індуктивних оцінок.

Оцінка змісту та завершеності роботи. Робота складається з анотації, вступу, семи розділів, висновку, списку використаної літератури (345 найменувань на 31 сторінці) та додатку. Загальний обсяг роботи становить 331 сторінку тексту, 127 рисунків та графіків, 55 таблиць, додаток на 7 сторінках. Структура і об'єм роботи відповідають вимогам до докторських дисертацій (наказ МОН № 40 від 12.01.2017 "Про затвердження вимог до оформлення дисертацій").

В цілому дисертаційна робота Рожок Л.С. є завершеним науковим дослідженням. Автореферат дисертації повністю відповідає змісту роботи і її основним положенням. Тексти дисертації і автореферату викладені на належному науковому рівні. Загальні висновки дисертаційної роботи повністю відповідають її меті. Тема, зміст та результати дисертаційної роботи відповідають паспорту спеціальності 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла.

Апробація результатів роботи та публікації. Дисертаційна робота пройшла достатньо повну апробацію.

За результатами дисертації опубліковано 54 роботи, в тому числі: 26 публікацій у індексованих Google Scholar та Scopus наукових виданнях; 2 статті у провідному англomовному міжнародному журналі, 29 статей у наукових фахових виданнях України за спеціальністю дисертації та 16 тез доповідей і матеріалів вітчизняних та міжнародних наукових конференцій. Зазначені наукові роботи були опубліковані після захисту (2003 р.) кандидатської дисертації автора, а їх матеріали не включалися до кандидатської дисертації.

Результати, викладені в дисертації, у повній мірі оприлюднені в наукових фахових виданнях, які відповідають наказу МОН № 1112 від 17.10.2012 "Про опублікування результатів дисертації на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук".

Зауваження. За змістом роботи можна зробити такі зауваження.

1. В авторефераті зазначено, що «використання МСЕ пов'язане зі значними труднощами та громіздкістю обчислювального процесу». Дійсно це так, але враховуючи технологічність і універсальність уже існуючого інструментарію створеного на основі МСЕ основна мотивація роботи в даному випадку (в контексті порівняння з МСЕ) полягає в значно економічнішому підході для даного класу задач, перш за все в часовому сенсі. Доцільно було б показати на тестових прикладах ступінь такого ефекту.

2. В роботі належна увага присвячена дослідженню достовірності, точності та збіжності запропонованих методів на основі індуктивного

підходу. Бажано було б отримати строгі оцінки точності методу принаймі на етапах 5 і 6.

3. При використанні рядів Фур'є бажано було б мати критерії вибору необхідної кількості членів ряду в залежності від властивостей задачі та вимог точності.

4. Ще одним резервом оптимізації обчислень може стати комп'ютерна розрядність. Було б доцільним провести дослідження впливу величини розрядності на точність та час обчислень.

Вищезазначені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи, мають в основному характер побажань і не зменшують ступінь обґрунтованості та вірогідності основних результатів та висновків.

Висновок. Дисертаційна робота Рожок Л.С. на тему "Просторові задачі теорії пружності для циліндричних оболонок складної геометрії та структури" є завершеним науковим дослідженням, у якій одержані нові науково обґрунтовані результати щодо розробки ефективних чисельно-аналітичних методів розв'язання задач теорії пружності для нетонких неоднорідних анізотропних оболонок, що є значним досягненням для розвитку теорії дослідження напружено-деформовного стану складних конструкцій.

За актуальністю теми, обсягом виконаних досліджень, новизною, практичною та теоретичною цінністю результатів, дисертаційна робота Л.С. Рожок відповідає вимогам п.п. 9, 10, 12, 13 "Порядку присудження наукових ступенів", затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р (зі змінами, внесеними згідно з Постановами Кабінету Міністрів України № 656 від 19 січня 2015 р та № 567 від 27 липня 2016 р), а її автор, Рожок Лілія Степанівна, за вирішення актуальної проблеми механіки оболонок та оболонкових систем заслуговує на присудження їй наукового ступеня доктора фізико-математичних наук за спеціальністю 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла.

Офіційний опонент

член-кореспондент НАН України,

доктор фізико-математичних наук, професор

заступник директора Інституту кібернетики

ім. В.М. Глушкова НАН України



О.М. Хіміч