

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу ПАНКРАТЬЄВА Сергія Анатолійовича «Напружено-деформований стан чотирикутних пластин з ортотропних матеріалів», що подана на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла

Дисертація відноситься до важливого розділу механіки деформівного твердого тіла – механіки оболонок. Вона присвячена розробці чисельно-аналітичного підходу для дослідження напружено-деформованого стану ортотропних пластин складної форми, які розглядаються з використанням неklasичної моделі типу Тимошенка, що базується на гіпотезі прямої лінії та враховує поперечний зсув.

Більшість конструкцій сучасної техніки є анізотропними структурами, які в процесі виготовлення та експлуатації зазнають інтенсивних навантажень. Оцінку міцності та надійності таких конструкцій можна дати тим точнішу, чим більш достовірним є знання характеристик таких механічних об'єктів, одними з основних яких є параметри напружено-деформованого стану. Зважаючи на сказане, проблема механіки тонкостінних конструкцій щодо розробки методів розрахунку параметрів напружено-деформованого стану анізотропних пластин та оболонок, на розв'язання якої спрямована дана дисертаційна робота, є актуальною задачею.

Дослідження, що проведені в дисертаційній роботі, виконані у відповідності з науковими темами Інституту механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України 1.3.1.382-12 «Дослідження механічної поведінки неоднорідних анізотропних елементів сучасних конструкцій складної структури» (№ ДР 0112U000249, 2012–2016), 1.3.1.401-16 «Чисельний аналіз впливу конструктивної та структурної неоднорідності анізотропних оболонкових структур на їх стаціонарне деформування» (№ ДР 0115U005709, 2016–2020), 1.3.1.410-17 «Динамічне деформування елементів конструкцій сучасного машинобудування та стійкість і досяжність множин траєкторій механічних систем за допомогою нових підходів на основі різних моделей» (№ ДР 0117U000700, 2017–2021).

Не зупиняючись детально на змісті дисертаційної роботи, що достатньо повно відображений в авторефераті, акцентуємо увагу на основних результатах, що одержані в дисертації та визначають її новизну і значущість.

Основні результати полягають в тому, що:

- на основі вихідних рівнянь рівноваги уточненої теорії пластин, що базується на гіпотезі прямолінійного елемента, та виразів перетворення координат виведено розв'язувальну систему диференціальних рівнянь другого порядку у частинних похідних, що описує напружено-деформований стан ортотропних пластин у формі довільного опуклого чотирикутника і у сполученні з виразами для обраних граничних умов складає двовимірну крайову задачу;
- розроблено підхід до розв'язання задач статички ортотропних чотирикутних пластин, що використовує метод сплайн-колокації для зниження розмірності відповідної крайової задачі та метод дискретної ортогоналізації для чисельного розв'язку отриманої у таких спосіб системи звичайних диференціальних рівнянь високого порядку;
- використовуючи розроблений підхід, створено алгоритм та відповідний програмний комплекс, що дозволяє виконувати розрахунки для задач про НДС ізотропних та ортотропних чотирикутних пластин із різними варіантами сполучень механічних і геометричних параметрів та умов закріплення країв;
- достовірність отриманих результатів досягається використанням обґрунтованої математичної моделі, коректністю постановки задачі, контрольованою точністю проведення розрахунків на базі індуктивних оцінок, тестуванням та порівнянням отриманих чисельних даних з результатами робіт, що використовують інші аналітичні та наближені методи;
- сформульовано та розв'язано ряд задач про НДС ізотропних та ортотропних чотирикутних пластин сталої товщини, деформація яких відбувається під дією рівномірного та нерівномірного поверхневого навантаження, в умовах різних видів закріплення країв, різних сполучень орієнтації вісей ортотропії, країв та напрямків зміни навантаження, для пластин з різними геометричними параметрами тощо;
- отримані результати розрахунків та виявлені закономірності представлені на відповідних графіках та у таблицях.

На цій основі проведено розв'язання ряду задач відповідного класу, де:

- досліджено вплив геометричних, механічних параметрів на розподіл полів напружень та переміщень за різних умов закріплення пластин під дією рівномірного та нерівномірного навантаження;
- показано особливості впливу взаємної орієнтації вісей ортотропії, країв пластини та напрямку зміни навантаження на параметри НДС.

Достовірність результатів, які наведені в дисертаційній роботі, забезпечується коректністю постановки задачі, застосуванням теоретично обґрунтованої математичної моделі, проведенням розрахунків з достатньою та контрольованою індуктивними прийомами точністю, тестуванням підходу на задачах, щодо яких відомі точні або наближені розв'язки.

Теоретична цінність дисертаційної роботи полягає у застосуванні уточненої моделі пластин типу Тимошенка до аналізу НДС ортотропних пластин складної форми, що у поєднанні з відображенням вихідної області у формі довільного опуклого чотирикутника на квадратну область дозволяє проводити аналіз НДС пластин зазначеного класу.

Практична цінність дисертації полягає у можливості її використання для розв'язання широкого кола задач аналізу НДС пластин складної форми, задач оптимізації, що передбачають змінну форму, орієнтацію пластини або вісей пружної симетрії матеріалу. Отримані числові значення для переміщень і напружень можуть бути використані для тестування та порівнянь результатів інших досліджень. Розроблений програмний комплекс можна застосовувати у науково-дослідних організаціях як готовий інструмент для проведення розрахунків міцності та надійності елементів конструкцій.

Загальні висновки дисертаційної роботи повністю відповідають меті та поставленим завданням.

Також треба відзначити деякі зауваження до роботи:

- у роботі досліджувалися параметри НДС лише пластин, та незрозуміло, чи можливе застосування запропонованого підходу для оболонки;
- бажано було б розглянути задачі, де матеріал має більш низький ступень симетрії;
- в роботі розглянуто пластини, що мають форму серединної поверхні у вигляді чотирикутника, тому цікавим є питання розширення розробленого підходу на інші класи фігур.

В цілому дисертація є завершеною науковою роботою, спрямованою на вирішення наукової проблеми в галузі механіки тонкостінних конструкцій щодо дослідження напружено-деформованого стану ортотропних пластин, які мають у плані форму довільного опуклого чотирикутника.

У дисертаційній роботі отримані нові результати, що мають значну теоретичну та практичну цінність, які доповідалися на наукових



конференціях, у тому числі міжнародних. Результати досліджень достатньо повно опубліковані у виданнях, затверджених ДАК України. Кількість публікацій відповідає вимогам ДАК. Автореферат доволі повно і правильно відображає зміст дисертаційної роботи.

Результати роботи можуть бути використані у різних організаціях, зацікавлених у дослідженнях тонкостінних елементів конструкцій, а також застосовані та розвинені в Інституті механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України, Інституті прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України, Інституті проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України, Національному технічному університеті «ХПІ», Національному транспортному університеті.

Сукупність результатів, що містяться в роботі можна кваліфікувати, як нове, вагоме досягнення у розвитку важливого розділу механіки тонкостінних конструкцій.

За актуальністю теми, обсягом виконаних досліджень, новизною, теоретичною та практичною цінністю результатів робота С.А. Панкратьєва «Напружено-деформований стан чотирикутних пластин з ортотропних матеріалів» відповідає сучасним вимогам ДАК України, які ставляться до кандидатських дисертацій, а її автор заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла.

Офіційний опонент,  
завідувач кафедри фізики та математики  
Миколаївського національного університету  
ім. В.О. Сухомлинського  
доктор фіз.-мат. наук, професор

Л. В. Мольченко

Особистий підпис Л. В. Мольченка засвідчую

