

## **ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу Крайниченко Аліни Сергіївни  
«Деякі задачі теорії пружності для багатозв'язних трансверсально-ізотропних  
тіл», яку подано на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
з галузі знань 11 Математика і статистика  
за спеціальністю 113 «Прикладна математика»

### **1. Актуальність теми дисертації**

Дисертаційна робота Крайниченко Аліни Сергіївни присвячена розв'язанню важливої проблеми – дослідженню напружено-деформованого стану багатозв'язних трансверсально-ізотропних тіл з неоднорідностями типу включень, порожнин, систем тріщин із застосуванням узагальненого методу Фур'є.

Актуальність цієї проблеми зумовлена інтенсивним впровадженням новітніх композитних матеріалів у різні галузі сучасної техніки, яке обумовлене високими техніко-економічними показниками конструкцій, що створюються на їх основі. Ця проблема стає особливо актуальною при створенні аерокосмічної техніки, коли при жорстких вимогах до міцності та надійності конструкції, необхідно забезпечити її мінімально можливу вагу. Крім того, однією з основних задач механіки композитних матеріалів є визначення пружних характеристик композитів в залежності від їх внутрішньої структури.

Через складність математичних моделей існуючі методи визначення характеристик композитних матеріалів у повній мірі не враховують особливостей структури матеріалу та ґрунтуються на наближених розрахункових схемах, що може приводити до значних осциляцій фізико-механічних полів.

Важливою відзнакою цих досліджень є точність отриманих результатів. Якщо для простих моделей на даний час існують аналітичні або аналітико-числові методи розрахунку, то складні моделі розраховуються наближеними методами. Таким чином є проблема відсутності обґрунтованого високоточного методу розрахунку, що дає можливість отримати достовірні значення параметрів напружено-деформованого стану складних тіл. Саме на вирішення цієї проблеми спрямована

дисертаційна робота здобувачки.

Актуальність виконаних досліджень також підтверджує те, що вони є частиною планів наукових досліджень, що проводилися на кафедрі вищої математики та системного аналізу Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут», у яких здобувачка брала участь як виконавець.

## **2. Оцінка обґрунтованості, достовірності і новизни наукових результатів дисертації**

Представлені в роботі результати досліджень є інформаційною базою, якою оперує здобувачка для обґрунтування наукових положень, висновків і рекомендацій. Достовірність і обґрунтованість наукових результатів забезпечується використанням загально визнаних положень механіки деформівного твердого тіла. Здобувачка застосовує обґрунтований та апробований математичний апарат узагальненого методу Фур'є. Деякі отримані результати порівняно і узгоджено із даними відомих досліджень інших авторів. У кожній задачі проводилася розрахункова перевірка збіжності розв'язку. Висновки базуються на отриманих результатах без застосування припущень.

## **3. До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:**

- отримав подальший розвиток узагальнений метод Фур'є, що дозволило вперше довести базисність системи осесиметричних розв'язків рівнянь рівноваги в переміщеннях для трансверсально-ізотропного стиснутого сфероїда і простору зі стиснутою сфероїдальною порожниною;

- сформульовано нові теореми додавання для осесиметричних базисних стиснутих сфероїдальних розв'язків у випадку довільно зсунутого вздовж осі симетрії початку системи координат;

- вперше на основі узагальненого методу Фур'є поставлено і розв'язано задачі про напружений стан трансверсально-ізотропного простору з двома

круговими тріщинами, а також з різними конфігураціями періодичних систем (пакетів) плоских кругових тріщин і антітріщин.

#### **4. Практичне значення результатів роботи.**

Результати дисертації розвивають нові можливості у напрямі математичного моделювання конструкцій, які виготовлено з пористих та композиційних матеріалів, дослідження міцності та надійності елементів конструкцій з трансверсально-ізотропних матеріалів, структура яких ускладнена наявністю тріщин. На отримані точні розв'язки можна посилається як на еталонні при верифікації результатів досліджень на основі чисельних методів.

Підтвердженням практичної цінності отриманих результатів є також їх використання у наукових дослідженнях у Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» під час виконання держбюджетних тем.

#### **5. Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.**

Результати досліджень опубліковані у 6 наукових працях дисертантки, серед яких: 3 статті у фахових наукових виданнях України (категорія Б), що індексуються міжнародними наукометричними базами; 3 тези доповідей у матеріалах конференцій, що засвідчують апробацію результатів дисертації.

Наукові публікації здобувачки містять опис наукових досліджень, проведених в рамках дисертаційного пошуку, аналіз сутності проблеми, методи і результати проведених досліджень, а також обґрунтовані висновки. В публікаціях здобувачки не виявлено порушень принципів академічної доброчесності, висновки є оригінальними. Таким чином, наукові результати, що описані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені у публікаціях здобувача.

#### **6. Оцінка змісту дисертаційної роботи**

Дисертаційна робота Крайниченко Аліни Сергіївни містить анотацію, вступ, шість розділів, висновки, список використаних джерел з 143 найменувань.

**Анотація** відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває наукові результати та практичну цінність роботи.

У **вступі** обґрунтовано актуальність роботи, визначені мета, задачі, окреслені напрямки, методи, предмет та об'єкт дослідження, компоненти наукової новизни і практичної цінності, особистий внесок здобувача, наведено відомості про апробацію матеріалів дисертації, визначена структура та обсяг дисертації.

**Перший розділ** присвячений огляду сучасного стану проблеми, у якому основна увага приділена висвітленню підходів до розв'язання задач теорії пружності для трансверсально-ізотропних тіл з тріщинами, різними включеннями та іншими дефектами. Це дозволило авторці дисертації не тільки проаналізувати бібліографічний матеріал, але й чітко окреслити місце, яке займає її робота в масиві аналогічних досліджень.

**Другий розділ** є загальнометодологічним для роботи у цілому. У ньому знайшли своє відображення основні ідеї щодо розвитку узагальненого методу Фур'є на клас осесиметричних задач теорії пружності трансверсально-ізотропних тіл. Отримано частинні розв'язки системи рівнянь рівноваги в переміщеннях у стиснутих сфероїдальних координатах. Сформульовано та доведено теореми додавання для побудованих базисних функцій у стиснутих сфероїдальних координатах при зміщених вздовж осі симетрії початку систем координат, що є важливим для розв'язання задач для багатозв'язних областей із декількома центрами симетрії або порожнинами.

У **третьому розділі** дисертації побудовано математичну модель напруженого стану трансверсально-ізотропного стиснутого сфероїда зі сфероїдальною порожниною в осесиметричній постановці. Проведено розрахункове дослідження напруженого стану трансверсально-ізотропного стиснутого сфероїда з екваторіально розташованою круговою тріщиною. З метою аналізу впливу геометрії тіла на локалізацію напруженого стану отримано коефіцієнти інтенсивності напружень на межі тріщини. Отримані результати порівняно з точним аналітичним розв'язком для тріщини в трансверсально-ізотропному просторі.

У **четвертому розділі** поставлено та розв'язано задачу про напружений стан трансверсально-ізотропного простору, що послаблений двома паралельними круговими тріщинами, центри яких розташовані на осі анізотропії простору.

Загальний розв'язок задачі побудовано у вигляді рядів за осесиметричними базисними векторними розв'язками системи рівнянь рівноваги в сфероїдальних координатах. Отримано розподіли нормальних напружень у площині тріщини поза її межами та значення коефіцієнтів інтенсивності напружень у вершині тріщини для різних співвідношень геометричних параметрів. Результати добре узгоджуються з відомими аналітичними оцінками для задачі з однією тріщиною. Збіжність розв'язків показано на основі розрахункових досліджень.

У **п'ятому розділі** досліджено напружений стан трансверсально-ізотропного простору, що послаблений періодичними системами плоских кругових тріщин. Задачі розв'язано за допомогою узагальненого методу Фур'є, що дозволило звести їх розв'язання до нескінченних алгебраїчних систем з фредгольмовими операторами. Проведено детальні розрахункові дослідження розподілу напружень у періодичних та неперіодичних задачах.

У **шостому розділі** проаналізовано напружено-деформований стан трансверсально-ізотропного простору з періодичними пакетами плоских кругових антитріщин, центри яких розташовані на осі анізотропії, а площини перпендикулярні до неї.

**Висновки** до дисертації є достатньо повними і відповідають її змісту.

## **7. Академічна доброчесність**

Порушень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено.

Наукові публікації здобувача містять опис наукового дослідження, проведеного в рамках дисертаційного дослідження, суть проблеми, аналіз методів і результатів дослідження, обґрунтовані висновки. У наукових публікаціях здобувача порушень принципів академічної доброчесності не виявлено, а висновки є оригінальними.

## **8. Щодо дисертаційної роботи можна зробити такі зауваження:**

– у дисертації не визначено обмеження на область застосування розроблених моделей деформування трансверсально-ізотропних матеріалів із тріщинами, особливо при наявності кількох тріщин або періодичних систем тріщин);

– точність отриманих результатів залежить від відстані між граничними поверхнями та порядком системи рівнянь, але у роботі немає даних про їх співвідношення, що не дає можливості оцінити ступінь їх взаємного впливу;

– у дисертації розглянуто моделі, які є нескінченими у двох напрямках, але, у машино- та авіабудуванні, досліджуються елементи конструкцій скінченного розміру; практична цінність отриманих результатів була б посилена, якщо було б надано приклади їх подальшого застосування для аналізу елементів реальних конструкцій;

– у тексті дисертаційної роботи є друкарські, пунктуаційні та стилістичні помилки.

Висловлені зауваження не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи

## **Висновок про дисертацію в цілому та відповідність її чинним вимогам**

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Крайниченко Аліни Сергіївни на тему «Деякі задачі теорії пружності для багатозв'язних трансверсально-ізотропних тіл» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 11 «Математика і статистика». Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені у пунктах 6, 7, 8 та 9 «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, , а здобувачка Крайниченко Аліни Сергіївни заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії галузі знань 11 «Математика і статистика» за спеціальністю 113 «Прикладна математика».

Офіційна опонентка:

Завідувачка відділу вібраційних і  
термоміцнісних досліджень  
Інституту енергетичних машин і систем  
ім. А. М. Підгорного  
Національної академії наук України,  
докторка технічних наук, професорка



Наталя СМЕТАНКІНА

05.06.2025