

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну
роботу **Ракочої Ірини Ігорівни**

«Математичне моделювання термопружного стану шаруватих
циліндричних тіл за умов складного високотемпературного нагрівання»,
подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за
спеціальністю 01.05.02 - математичне моделювання та обчислювальні
методи

Актуальність теми дисертації. Дисертаційна робота присвячена математичному моделюванню усталених розподілів температури та компонент напружено-деформованого стану багатошарових термочутливих циліндричних тіл, на обмежувальних поверхнях яких задано як класичні умови теплообміну, так і умови тепловідведення шляхом кипіння та випаровування рідини, а також сталі силові навантаження. Вважається, що шари циліндрів мають різну товщину і виготовлені з різних матеріалів, у їх об'ємах наявні джерела тепла, а на поверхнях контакту тепловиділення, які спричиняють теплові потоки.

На сьогодні достатньо повно розроблено підходи і створено математичні моделі для визначення розподілу температури та пружно-деформованого стану неоднорідних тіл. Проте для кожного матеріалу існує діапазон температур, в якому його властивості і теплофізичні характеристики змінюються. Тому за умов високотемпературного нагрівання, важливо виходити з моделі термочутливого тіла, що враховує залежності теплових та механічних характеристик матеріалів шарів від температури. Такий підхід дозволяє отримати адекватні розподіли температур та компонент напружено-деформованого стану, що є важливим для розвитку сучасної енергетичної, електронної, космічної, авіаційної та інших галузей промисловості. Більше того, у рамках досліджень побудовано розв'язки задач теплопровідності та термопружності аналогічних шаруватих нетермочутливих циліндричних тіл та визначено їх максимальні розбіжності із розподілами в аналогічних термочутливих.

Комп'ютерне моделювання високотемпературного нагріву шаруватих тіл дозволяє підбирати їх характеристики, заощаджуючи при цьому на проведенні натурних експериментів.

Тому дисертаційна робота Ракочої І. І., у якій тепловий та

термопружний стани багатошарових за осьовою та радіальною координатами циліндрів визначені за врахування залежності теплофізичних та механічних їх характеристик від температури, є **актуальною**.

Актуальність дисертаційної роботи підтверджується ще й тим, що основні результати роботи були отримані в рамках наукових досліджень кафедри прикладної математики Національного університету «Львівська політехніка», Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача та використані у Фізико-механічному інституті ім. Г. В. Карпенка НАН України при вирішенні окремих науково-технічних задач.

Структура та зміст дисертації. Робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел із 198 найменувань та додатку. Загальний обсяг дисертації складає 198 сторінок, з них 149 сторінок основного тексту.

Відзначу найбільш важливі, результати роботи, що становлять **наукову новизну**.

У *другому розділі* при знаходженні розв'язків задач теплопровідності термочутливих шаруватих за осьовою координатою циліндрів у сформульованих математичних моделях враховано наявність джерел тепла між шарами. Також тут вперше застосовано відомий аналітичний метод визначення розподілів температур термочутливих за осьовою та радіальною координатами циліндричних тіл у випадку, коли на їх обмежувальних поверхнях відбувається тепловідведення шляхом кипіння чи випаровування рідини, причому друга умова не вимагає попередньої її лінеаризації.

У *третьому та четвертому розділах* подано розв'язки нових задач теплопровідності та термопружності багатошарових за осьовою та радіальною координатами термочутливих та нетермочутливих циліндричних тіл за різних умов теплообміну із довкіллям, подано графіки знайдених розподілів температур та компонент напружено-деформованого стану, проаналізовано вплив залежності теплових та механічних характеристик матеріалів шарів від температури та вхідних параметрів на характер та рівень отриманих розподілів.

Для здійснення числового та графічного аналізів температур та компонент напружено-деформованого стану шаруватих за осьовою та радіальною координатами циліндричних тіл розроблено та зареєстровано комп'ютерні програми, які описані у *п'ятому розділі*.

Достовірність одержаних результатів, обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечується використанням перевірених положень теорії теплопровідності та термопружності термочутливих тіл, коректністю формулювання математичних моделей теплопровідності та термопружності шаруватих циліндричних тіл, відповідністю висновків фізичній суті вивчених явищ, узгодженням отриманих результатів із уже відомими, що були отримані з використанням інших підходів. Про достовірність цих результатів свідчить також їх опублікування у фахових рецензованих наукових виданнях, в матеріалах та тезах доповідей на міжнародних та вітчизняних конференціях.

Практична цінність одержаних результатів дисертаційного дослідження підтверджується довідками та актами їх впровадження, що подані в додатках. Результати та висновки дисертації можуть бути використані в науково-дослідних інститутах та організаціях, що займаються розрахунком та аналізом розподілів температур та компонент напружено-деформованого стану багатошарових циліндричних елементів конструкцій (у якості допоміжного засобу можуть слугувати розроблені комп'ютерні програми). Отримано 2 свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір.

В цілому, дисертація виконана на високому науковому рівні, містить нові знання в області математичного моделювання теплового та напружено-деформованого стану шаруватих циліндричних тіл.

Повнота викладу наукових положень, висновків, рекомендацій в опублікованих працях. Результати дисертаційної роботи відображені у 18 наукових працях, серед яких 7 статей у фахових виданнях з технічних наук, зокрема, 2 у журналі «Математичні методи та фізико-механічні поля» (індексується у наукометричній базі даних SCOPUS), 9 - матеріали конференцій, 2 - одноосібних.

Відповідність автореферату змісту дисертації. Викладені в авторефераті актуальність теми, мета і задачі дослідження, наукова новизна одержаних результатів та їхня практична цінність, особистий внесок дисертанта, короткий зміст розділів повністю відповідають змісту дисертації. Автореферат оформлений згідно з вимогами МОН України.

Відповідність дисертації встановленим вимогам. Дисертація Ракочої І. І. відповідає діючим вимогам МОН України щодо оформлення

дисертаційних робіт. Робота написана грамотно, хорошою літературною мовою, викладення лаконічні, чіткі і достатні для повного розуміння. Однак є деякі помилки і неузгодженості. Кількість їх незначна, і вони не впливають на правильне розуміння тексту дисертації.

Відповідність дисертації паспорту спеціальності. Подана до захисту дисертаційна робота Ракочої І. І. відповідає паспорту спеціальності 01.05.02- математичне моделювання та обчислювальні методи (технічні науки), а саме напрямкам "Розроблення або розвиток теорії математичного моделювання реальних явищ, об'єктів, систем чи процесів як сукупності формалізованих дій (операцій) для складання ефективних математичних описів досліджуваних об'єктів."

По суті дисертаційної роботи можна зробити такі зауваження.

Зауваження.

1. У математичній моделі для визначення розподілу температури у термочутливому тілі приймається лише найбільш поширена лінійна залежність коефіцієнта теплопровідності від температури. Тоді слід було би вказати діапазони високотемпературного нагрівання матеріалів, коли можна застосовувати отримані математичні моделі.
2. При математичному моделюванні термопружного стану циліндричних шаруватих та складених тіл окрім рівнянь в їх областях більше уваги слід було би приділити умовам контакту на внутрішніх границях, а також умовам на зовнішніх границях.
3. У роботі розглянуто випадки стаціонарного напружено-деформованого стану шаруватих термопружних тіл, хоча використовувана методика цілком придатна для неусталених режимів, що має значний інтерес для практичних застосувань. Це дозволило б шляхом числових експериментів вивчати перехідні процеси в елементах енергетичного та ін. обладнання.
4. В дисертації та авторефераті помічені неточності та описки. На ст. 26 дисертації (останній абзац) автор посилається на формулу (2.18), коли насправді слід було б послатися на (2.17). На стор. 86 вказана координата межі шарів 0,3, а на рис. 3.2, до якого це стосується, побудовано розподіли температури з межею 0,4. В авторефераті на ст. 14 двічі повторюється фрагмент одного і того ж тексту.

Зроблені зауваження не мають істотного впливу на загальну позитивну оцінку роботи.

ВИСНОВОК. Дисертаційна робота Ракочої І. І. «Математичне моделювання термопружного стану шаруватих циліндричних тіл за умов складного високотемпературного нагрівання» виконана на сучасному науковому рівні і є завершеною науковою працею. У ній одержані нові важливі результати, що є суттєвим внеском у розвиток одного з перспективних напрямків математичного моделювання та обчислювальних методів – визначення та дослідження теплового та термопружного станів шаруватих за осью та радіальною координатами циліндричних тіл на основі моделі термочутливого тіла.

Робота відповідає паспорту спеціальності 01.05.02 - математичне моделювання та обчислювальні методи, а також вимогам, які висуваються до кандидатських дисертацій, зокрема, п. 11 "Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника", а її автор І. І. Ракоча за проведені дослідження заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Офіційний опонент,

Завідувач кафедри транспортних технологій
Дніпропетровського національного
університету залізничного транспорту
ім. В. Лазаряна МОН України,
доктор технічних наук, професор

Гера Б.В.

Підпис Гери Б.В. засвідчую
В.о. директора Львівської філії
Дніпропетровського національного
університету залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна,
доктор економічних наук, професор



Копитко В.І.