

67-72-113/2
21.10.16

ВІДГУК

офіційного опонента професора, доктора технічних наук

Шваб'юка Василя Івановича

на дисертацію **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. Визначення теплового та термопружного стану багат шарових циліндричних за осьовою та радіальною координатами елементів конструкцій, що працюють в умовах високих чи низьких температур на основі моделі термочутливого тіла, на сьогоднішній день є доволі актуальним завданням. Використання моделі нетермочутливого тіла при такого роду дослідженнях часто не дозволяє отримати адекватні розподіли температур та компонент напружено-деформованого стану, що веде до неадекватної оцінки їх міцності та може призвести до виведення з ладу дорогого обладнання, яке часто не піддається відновленню. Числовий аналіз температур та напружень циліндричних тіл не може бути здійснений без відповідного програмного забезпечення.

Враховуючи сказане, можна стверджувати, що тема дисертаційної роботи, яка передбачає визначення усталених розподілів температури та компонент спричиненого нею та прикладеними силовими навантаженнями термопружного стану за складного теплообміну на основі моделі термочутливого тіла, дослідження впливу залежності теплових та механічних характеристик матеріалів шарів від температури є актуальною.

Метою дисертації є побудова нелінійних математичних моделей теплового та напружено-деформованого станів термочутливих та нетермочутливих багат шарових за осьовою та радіальною координатами циліндричних елементів конструкцій за різних умов теплообміну через обмежувальні поверхні із

довкіллям, дослідження впливу залежності матеріалів шарів циліндрів від температури та вхідних параметрів на характер та рівень розподілів їх температур та напружень.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій забезпечена використанням відомих та добре апробованих положень теорії теплопровідності та термопружності термочутливих тіл, коректністю формулювання завдань з визначення термопружного стану шаруватих циліндрів, строгістю побудови відповідних математичних моделей, відповідністю висновків фізичній суті вивчених явищ, узгодженням отриманих результатів із уже відомими, що були отримані з використанням інших підходів.

Наукова новизна результатів дисертації. В дисертації Ракочої І. І. побудовано математичні моделі теплопровідності та термопружності шаруватих циліндричних тіл за умов складного теплообміну, отримано та проаналізовано залежності розподілів температур та компонент напружено-деформованого стану багат шарових за осьовою та радіальною координатами циліндрів від термочутливості матеріалів шарів та вхідних параметрів, показано ефективність відведення тепла від шаруватих конструкцій шляхом кипіння та випаровування рідини на обмежувальних поверхнях.

Практичне значення. Результати дисертаційної роботи використані при вирішенні науково-технічних задач оцінювання працездатності та ризику руйнування трубопроводів теплоенергетичного призначення та прогнозування можливих експлуатаційних пошкоджень у тришаровому металевому матеріалі, який застосовується при виготовленні корпусів енергетичних та хімічних реакторів.

Практичне застосування підтверджується довідками, наведеними у додатку до дисертації, щодо впровадження її результатів. З огляду на це, практичне значення результатів дисертації не підлягає сумніву.

Повнота викладу в опублікованих працях та апробація результатів. За результатами досліджень опубліковано 18 наукових праць (2 з яких одноосібні), у тому числі 7 статей у фахових наукових виданнях України, причому 2 з них включено до наукометричної бази Scopus, 9 публікацій у матеріалах та тезах доповідей на міжнародних та вітчизняних конференціях, 2 свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір. Дисертаційна робота пройшла належну апробацію на високого рівня наукових конференціях.

Обсяг друкованих праць за результатами дисертаційного дослідження та їх кількість відповідають вимогам МОН України, що висувуються до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

Аналіз змісту роботи. Дисертація Ракочої І. І. складається із п'яти розділів, списку літератури та додатку.

Вступ містить актуальність теми дисертаційного дослідження. Крім того, тут наведено мету роботи, практичне значення та новизну отриманих результатів та вказано зв'язок роботи з науковими програмами та темами.

У *першому розділі* проаналізовано потреби моделювання температурних полів та напружень однорідних та кусково-однорідних тіл на основі моделі термочутливого тіла, викладено огляд наукових праць, що стосуються цієї тематики.

У *другому розділі* сформульовано математичні моделі одновимірних усталених температурних полів шаруватих по осі чи радіусу термочутливих та нетермочутливих циліндричних тіл за різних умов їх взаємодії з довкіллям через обмежувальні поверхні, наявності внутрішніх джерел тепла в шарах та тепловиділень на межах контакту сусідніх шарів, а також наводиться методика їх розв'язування. Викладено методики визначення компонент напружено-деформованого стану таких циліндрів спричинених температурними полями та прикладеними силовими навантаженнями.

У *третьому розділі* визначено розподіли температур та напружень шаруватих за осьовою координатою термочутливих та нетермочутливих циліндричних тіл за різних умов теплообміну на обмежувальних поверхнях (сталий потік тепла та конвективний теплообмін; стала температура та

конвективно-променевий теплообмін; сталі температури на обох обмежувальних поверхнях; сталий потік тепла та тепловідведення шляхом кипіння рідини; сталий потік тепла та тепловідведення шляхом випаровування рідини). Досліджено та проаналізовано вплив залежності від температури матеріалів шарів та вхідних параметрів на характер та рівень розподілів температур та напружень.

Четвертий розділ присвячено дослідженню теплового та напружено-деформованого станів шаруватих циліндричних за радіальною координатою тіл за різних умов теплообміну із довкіллям (стала температура або сталий потік за конвективного теплообміну; конвективно-променевий та конвективний теплообміни; конвективний теплообмін та умова кипіння рідини; конвективно-променевий теплообмін та умова випаровування рідини). Здійснено аналіз впливу на отримані розподіли вхідних параметрів та термочутливості матеріалів.

У *п'ятому розділі* описано прикладні програмні засоби, розроблені спеціально для числового аналізу та графічного представлення термопружного стану шаруватих по осьовій та радіальній координатах циліндрів.

У висновках, конкретно та стисло подано основні результати дисертації.

Додаток містить копії документів стосовно впровадження результатів дисертаційного дослідження, що підтверджує їх практичну цінність.

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

До автореферату та дисертаційної роботи є зауваження:

1. У дисертації одним із пунктів наукової новизни є узагальнення математичної моделі теплопровідності та термопружності шаруватих циліндричних тіл за умов складного теплообміну для визначення залежностей розподілів температур та компонент напружено-деформованого стану багатошарових циліндрів за осьовою та радіальною координатами від термочутливості матеріалів шарів та вхідних параметрів, але за результатами досліджень дисертанта на графіках та числових розрахунках недостатньо акцентується величина цього узагальнення.

2. У роботі немає порівнянь одержаних даних із результатами інших авторів для окремих тестових задач. Достовірність одержаних дисертанткою результатів була б ще переконливішою, якби вона підтвердила свої результати хоча б окремими експериментами інших авторів.
3. У табл. 5.1 та 5.2 (на стор. 152, 153, 161) наведено формули залежностей коефіцієнтів Пуассона та лінійного розширення, а також модулів Юнга від температури та інших параметрів, але не вказано звідки вони взяті. Частково про це говориться у розд. 3 (стор. 82), посилаючись на Сугара, але про коефіцієнт Пуассона там не згадується. Це ж саме можна сказати і про формули радіального розподілу температур у шарах термочутливого і нетермочутливого циліндрів (стор. 166, 167). Звідки вони взялися?
4. У дисертації на стор. 26 наведено формули (2.18), (2.19) для сталих інтегрування. Перша з них має лінійну форму залежності від температури, а друга — квадратичну, але там же стверджується, що ці вирази «є тотожними». Тому незрозуміло, яким чином це «можна показати», чи може це допущена помилка.
5. У роботі наведені приклади розрахунку шарових циліндрів за осьовою та радіальною координатами. Разом з тим, крайові умови на обмежувальних поверхнях задаються тільки через певні значення температур чи теплових потоків із нульовими значеннями відповідних напружень та довільними значеннями переміщень на краях. Останнє значно обмежує використання отриманих результатів для розрахунку композитних стрижнів, пластин та оболонок, які завжди певним чином закріплені на краях.

ВИСНОВОК

Вважаю, що названі зауваження не применшують важливості результатів, одержаних дисертанткою, і дисертаційна робота Ракочої Ірини Ігорівни «Математичне моделювання термопружного стану шаруватих циліндричних тіл за умов складного високотемпературного нагрівання» є завершеною добре структурованою науковою роботою, а отримані в ній результати є новими та науково доведеними. Дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Представлена дисертаційна робота відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів» (постанови Кабінету Міністрів України №567 від 24.07.2013 року та №656 від 19.08.2015 року), що висуваються до кандидатських дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи (технічні науки), а її автор заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук.

Офіційний опонент,
професор кафедри технічної механіки
Луцького національного технічного університету
МОН України,
доктор технічних наук, професор



В.І. Шваб'юк

ПІДПИС ЗАСВІДЧУЮ:
Учений секретар
ЛУЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
доц. А.Земко