

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу
Бардин Тетяни Петрівни

"Оцінювання міцності контактних біметалевих термоперетворювачів засобами математичного і комп'ютерного моделювання ",

подану на здобуття ступеня доктора філософії
з галузі знань 11 – Математика та статистика
за спеціальністю 113 – Прикладна математика

За результатами вивчення дисертаційної роботи Т.П. Бардин, яка є науковою роботою, що подана у вигляді рукопису і складається з анотації, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків, а також ознайомлення з опублікованими роботами здобувача за темою дисертації, слід відзначити наступне.

Актуальність теми дисертації та зв'язок з науково-технічними програмами.

Біметалеві термоперетворювачі (термометри) дуже поширені в термометрії рідини, газу, пари завдяки простій конструкції, високій точності вимірювання та відсутності потреби в живленні. В основі роботи таких механічних приладів лежить відмінність деформацій з'єднаних складових металевих елементів з різними фізико-механічними характеристиками. Тому в них за умов експлуатації можуть виникати значні температурні напруження і спричиняти частковий або повний розрив між окремими складниками.

З огляду на зазначене, актуальною є проблема підвищення експлуатаційної надійності існуючих біметалевих термоперетворювачів та створення нових, надійніших термометричних систем. І вирішальне значення для оцінювання міцності та допустимих меж надійного функціонування приладів контактної термометрії має дослідження термомеханічних процесів у них за умов експлуатації з використанням адекватних математичних моделей термомеханіки кусково-неоднорідних тіл.

Дисертаційна робота Бардин Т.П. спрямована на розроблення методики дослідження термомеханічної поведінки біметалевих термоперетворювачів складної форми і структури за термосилового навантаження для побудови теоретичних основ раціонального проектування таких пристроїв, а також прогнозування їх функціональної здатності та міцнісних характеристик.

Дослідження за темою дисертації виконано в Інституті прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України у межах науково-дослідних тем "Виявлення додаткового ресурсу конструкцій енергетичного машинобудування, озброєнь та військової техніки засобами математичного моделювання" (№ держреєстрації 0121U100692, 2021-2023); "Моделювання та розвиток методів розрахунку раціонального функціонування конструкційних елементів і систем різного цільового призначення за комплексних навантажень" (№ держреєстрації 0123U100908,

2023-2024).

Новизна презентованих теоретичних та/або експериментальних результатів проведених здобувачем досліджень.

При вирішенні поставленого в роботі завдання здобувачем отримано ряд нових наукових та практичних результатів. Щодо наукової новизни, варто відзначити запропонований просторово тривимірний підхід до опису та дослідження теплового й напружено-деформованого стану пружного тіла складної геометричної форми і структури.

Здобувачем

- розроблено математичну модель для кількісного опису теплових і механічних процесів в кусково-однорідних тілах складної форми та структури за умов термосилового навантаження на основі загальних співвідношень теорії теплопровідності й неізотермічної термопружності та методику числового розв'язування сформульованої задачі термопружності з використанням методу скінченних елементів;

- побудовано обчислювальний алгоритм і створено відповідне програмне забезпечення для дослідження термомеханічної поведінки термоперетворювачів за умов їх експлуатації. Програмне забезпечення верифіковане на низці модельних задач, для яких відомі аналітичні розв'язки, і на цій основі досліджено точність та збіжність отримуваних числових розв'язків;

- досліджено напружено-деформований стан контактних біметалевих термоперетворювачів і захисних оболонок у тривимірному формулюванні;

- запропоновано новий клас біметалевих термоперетворювачів, особливості будови яких усувають основну причину виходу з ладу конструкційного елемента – розтріскування чи порушення зчеплення між складниками з різними фізико-механічними характеристиками;

- знайдено коефіцієнти запасу та проведено оцінки експлуатаційного ресурсу захисних оболонок. Визначено граничне значення кількості циклів навантаження-розвантаження до руйнування для різних типорозмірів оболонок;

- виконано порівняльний аналіз результатів отриманих на основі запропонованого в роботі тривимірного підходу і галузевої нормативної методики з використанням простих інженерних співвідношень, який показав, що максимальні експлуатаційні напруження за цих двох підходів відрізняються у півтора рази.

Наукова обґрунтованість і відповідність темі дисертації отриманих результатів та їх достовірність.

У дисертаційній роботі за літературними джерелами проаналізовано сучасний стан проблеми дослідження, чітко сформульовано завдання дослідження. Основні наукові положення, висновки і рекомендації роботи є достатньо обґрунтованими. Їх достовірність забезпечується коректністю основних наукових засад, фізичною обґрунтованістю вихідних положень математичної моделі, строгістю постановки сформульованих задач та методів

їх розв'язування, доброю узгодженістю розв'язків окремих задач з відомими в літературі розв'язками інших авторів. Результати, отримані під час виконання дисертаційних досліджень, повністю відповідають темі дисертаційної роботи.

Практичне та теоретичне значення отриманих результатів.

У дисертаційній роботі запропоновано варіант методики математичного і числового моделювання зумовлених дією термосилового навантаження процесів теплопровідності та деформування в кусково-однорідних тілах складної форми і структури. Розроблене на цій основі програмне забезпечення надає можливість адекватно моделювати та досліджувати у стислі терміни термомеханічну поведінку кусково-однорідних тіл за термосилового навантаження і може бути основою розробки раціональних за напруженнями (за різними критеріями) конкретних елементів конструкцій. Практичне значення отриманих результатів полягає в розробці біметалевих контактних термоперетворювачів нового типу, яких характеризує вища експлуатаційна надійність у порівнянні з існуючими. Встановлено температурні діапазони безпечної експлуатації термоперетворювачів нового типу та коефіцієнти запасу для кожного типу і розміру їх захисних оболонок.

Результати дисертаційної роботи безпосередньо використані в Державному підприємстві "Львівський державний завод "ЛОРТА"" та Національній академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного.

Рівень виконання поставленого завдання та оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності.

Поставлені в дисертаційній роботі наукові завдання здобувач повністю реалізував на високому науково-методичному рівні з дотриманням методологічних вимог до наукової діяльності. Дисертант самостійно розробив методику дослідження міцності та експлуатаційної надійності складних за геометричною формою і структурою конструкцій за термосилового навантаження і виконав низку обчислювальних експериментів з використанням власноручно розробленого програмного забезпечення на основі уточненої тривимірної математичної моделі. На цій основі ним запропоновано новий клас термоперетворювачів складної форми, конструкційні особливості яких дали можливість усунути основну причину виходу з ладу вимірювального елемента. На конкретних прикладах показано, що запропонований підхід дозволяє точніше в порівнянні з нормативними галузевими методиками оцінювати міцність біметалевих термоперетворювачів та захисної арматури, оскільки у деяких випадках стандартні галузеві підходи давали завищені у півтора рази значення максимальних експлуатаційних напружень.

Вищезазначене засвідчує, що здобувач успішно опанував методологію наукової діяльності, набув необхідних знань, умінь, навичок, загальних і спеціальних компетентностей самостійного дослідника, необхідних для

доктора філософії і визначених стандартом вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня за спеціальністю 113 – Прикладна математика.

Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів.

Усі результати, що становлять основний зміст дисертації, отримані автором самостійно. В опублікованих у співавторстві роботах здобувачеві належить аналіз літературних джерел, в яких розглянуто питання, споріднені з напрямом досліджень дисертаційної роботи, розробка і обґрунтування математичної й числової моделі і відповідного програмного забезпечення, виконання числових експериментів, дослідження точності та збіжності отриманих розв'язків, інтерпретація отриманих результатів, висновки і рекомендації, які увійшли до дисертаційної роботи.

Загалом, кількість публікацій здобувача відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України. Дослідження за темою дисертації виконано автором в межах планів наукових досліджень ІППММ ім. Я. С. Підстригача НАН України, теоретичних, прикладних і експериментальних досліджень розрахованих на чотирирічну програму підготовки аспірантів ступеня доктора філософії з галузі знань 11 – Математика та статистика за спеціальністю 113 – Прикладна математика.

Відсутність (наявність) порушень академічної доброчесності.

Ознак порушення академічної доброчесності не встановлено. Також при перевірці дисертації не виявлено академічного плагіату, не встановлено фабрикації та фальсифікації даних, чи будь-яких інших порушень академічної доброчесності.

Зауваження до дисертаційної роботи:

1. У другому та третьому розділах сформульована математична модель та розроблена методика числового дослідження, які надають можливість розраховувати температуру та напружено-деформований стан в областях складної геометричної форми з урахуванням кускової неоднорідності, анізотропії матеріалу, температурної залежності властивостей матеріалів (термочутливості) у широкому температурному діапазоні та нелінійностей пов'язаних з впливом теплообміну випромінюванням. Проте у четвертому та п'ятому розділах при дослідженнях конкретних термоперетворювачів окремі зі згаданих факторів не враховано.

2. У четвертому розділі досліджено напружений стан біметалевого термоперетворювача зі суттєво вищою надійністю та роботоздатністю за довготривалого циклічного теплового навантаження за рахунок запропонованого конструкційного рішення (наявності проміжку між складниками і бортів закріплення). Такий термоперетворювач зберігає цілісність до температур порядку 760°C - 850°C .

Доцільно було б (для порівняння) дослідити напружений стан термоперетворювача без згаданих вдосконалень і температури до яких він зберігає цілісність.

3. У четвертому розділі досліджено напружений стан термо-

перетворювача в середовищі з температурою 5°C. Однак в окремих підписах до рисунків вказано 5°K.

Зроблені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Загальні висновки.

Дисертаційна робота Бардин Тетяни Петрівни "Оцінювання міцності контактних біметалевих термоперетворювачів засобами математичного і комп'ютерного моделювання" є завершеною науковою роботою, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати, що вирішують важливе науково-прикладне завдання – розроблення засобів математичного та комп'ютерного моделювання для дослідження нестационарних теплових і деформаційних процесів у контактних біметалевих термоперетворювачах за термосилових навантажень на основі співвідношень просторової задачі термопружності.

За обсягом виконаних досліджень, новизною і практичною значимістю отриманих результатів, а також мірою їх обґрунтованості дисертація відповідає вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії, затверджених Постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12.01.2022 р. "Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії", а її автор, Бардин Тетяна Петрівна, заслуговує присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 11 – Математика та статистика за спеціальністю 113 – Прикладна математика.

Рецензент

провідний науковий співробітник
відділу теорії фізико-механічних полів
Інституту прикладних проблем механіки
і математики ім. Я. С. Підстригача
НАН України,
доктор фіз.-мат. наук, ст. н. с.

Ростислав ТЕРЛЕЦЬКИЙ