

РІШЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ ВЧЕНОЇ РАДИ ПРО ПРИСУДЖЕННЯ СТУПЕНЯ ДОКТОРА ФІЛОСОФІЇ

Спеціалізована вчена рада **ДФ 35.051.125** Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, м. Львів, ухвалила рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 11 «Математика та статистика» на підставі прилюдного захисту дисертації «Термомагнітоелектропружність неідеально поєднаних структур з внутрішніми тонкими включеннями» за спеціальністю 113 «Прикладна математика» 18 грудня 2023 року.

Василишин Андрій Володимирович, 07.12.1993 року народження, громадянин України, освіта повна вища. У 2017 році закінчив Львівський національний університет імені Івана Франка та здобув ступінь вищої освіти «Магістр» за спеціальністю «Теоретична та прикладна механіка».

З 12.09.2018 року по 11.09.2022 року навчався в аспірантурі на кафедрі механіки, Львівського національного університету імені Івана Франка (денна форма навчання).

Працює асистентом кафедри механіки Львівського національного університету імені Івана Франка з 12.09.2022 р. і до цього часу.

Дисертацію виконано на кафедрі механіки Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, м. Львів.

Науковий керівник: **Звізло Іван Степанович**, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри механіки Львівського національного університету імені Івана Франка.

Здобувач має 13 наукових публікацій за темою дисертації, з них 3 статті у періодичних наукових виданнях інших держав, 1 стаття у науковому фаховому виданні України, 0 монографій:

1. Vasylyshyn A. Mixed boundary value problem for an anisotropic thermoelastic half-space containing thin inhomogeneities / H. Sulym, I. Pasternak, A. Vasylyshyn, M. Smal // Acta Mechanica et Automatica. – 2019. – Vol.13. p. 238–244. (**Scopus, квартиль Q3**).

2. Vasylyshyn A. Influence of imperfect interface of anisotropic thermomagneto-electroelastic bimaterial solids on interaction of thin deformable inclusion / H. Sulym, A. Vasylyshyn, I. Pasternak, // Acta Mechanica et Automatica. – 2022. – Vol. 3. p. 242–249. (**Scopus, квартиль Q3**).

3. Vasylyshyn A. Influence of interfacial layers of high thermal conductivity on the distribution of physicomechanical fields in two-component structures / I. Pasternak, H. Sulym, A. Vasylyshyn, O. Iasniy // Materials Science. – 2023. –Vol. 58, No.6, p. 725–730. (**Scopus, квартиль Q2**)

У дискусії взяли участь голова і члени спеціалізованої вченої ради та присутні на захисті фахівці:

1. Максимук Олександр Васильович, доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри математичних методів в економіці Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, без зауважень.

2. Лобода Володимир Васильович, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри теоретичної та комп'ютерної механіки Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України, надав позитивний відгук із зауваженням:

1. При розв'язуванні числових прикладів, у роботі використовувалися широко відомі характеристики реальних матеріалів таких, як анізотропний склопластик, титанат барію та селенід кадмію, проте не здійснено посилання на джерело, звідки вони були запозичені.
2. Попри великий масив числових даних автор практично не вказує на якісь особливості відповідних явищ, а також на їхнє практичне використання.
3. Із дисертаційної роботи не зрозуміло, скільки вузлів квадратурних формул використовувалося при числовому інтегруванні уздовж граничних елементів і яким чином це число обиралося. Чи використовувалися адаптивні квадратури?
4. Не зрозуміло, чи є запропонований підхід придатним до розв'язування задач для міжфазних тонких включень
5. У роботі отримані досить громіздкі вирази для ядер інтегральних рівнянь, що до того ж виражені через деякі спеціальні функції. Чи не буде їхнє обчислення для складнішої геометричної конфігурації задачі займати надто багато часу на персональному комп'ютері?
6. У роботі зустрічається незначна кількість описок і повторень. Зокрема розшифрування аббревіатури CPV зустрічається на с. 51 та с. 68; описки у формулюванні інтегральної формули (теореми) Коші (2.84) на с. 51.

3. Мусій Роман Степанович, доктор фізико-математичних, професор, професор кафедри вищої математики інституту прикладної математики та фундаментальних наук Національного університету «Львівська політехніка» Міністерства освіти і науки України, надав позитивний відгук із зауваженнями:

1. Добре було би у числових прикладах показати також збіжність отриманої числової реалізації запропонованого підходу зі згущенням сітки розбиття. Також добре було би навести дані щодо часу розрахунків.

2. Із дисертаційної роботи не ясно, чи було враховано особливості фізико-механічних полів у точці перетину включення та межі контакту матеріальних півпросторів. Ця особливість також потребує вивчення.
3. Оскільки у роботі розглядаються плоскі задачі, можливо було б доцільніше на рис. 4.1 зобразити лише плоский поперечний переріз замість об'ємного зображення біматеріалу.
4. Автор у роботі вивчає лише узагальнені коефіцієнт інтенсивності фізико-механічних полів для граничних значень теплофізичних характеристик тонкого включення. Добре було би вивчити також розподіл полів у матеріалі, а також дослідити вплив на них теплофізичних характеристик включення у повному спектрі їх зміни (а не лише вплив теплопровідності міжфазного прошарку).
5. У тексті зустрічаються незначні відхилення від загальноприйнятої термінології. Зокрема на с. 136 вжито термін “теплові модулі” замість “модулі теплового розширення”.

4. Станкевич Володимир Зенонович, доктор фізико-математичних наук, доцент, професор кафедри механіки Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, надав позитивну рецензію із зауваженнями:

1. У роботі під час зведення розглядуваних задач до сингулярних інтегральних рівнянь запропонована методика вилучення з розгляду безмежних поверхонь – обмежувальної поверхні для півпростору та інтерфейсної поверхні для біматеріалу. Окрім того, для випадку біматеріального тіла крайові умови на інтерфейсі сформульовані по всій його поверхні (для $-\infty < x_2 < \infty$). Разом з тим в 4-му розділі дисертаційної роботи розглянуто задачі про квадратну область і тонкі неоднорідності, які перетинають інтерфейс, порушуючи його неперервність. Не зовсім зрозуміло, наскільки коректними є отримані при цьому результати.
2. У роботі вплив поверхні анізотропного півпростору з включенням на коефіцієнти інтенсивності напружень досліджено лише заданням різнотипних крайових умов на згаданій поверхні. Разом з тим поза увагою залишилося питання аналізу впливу глибини залягання внутрішніх неоднорідностей, і, відповідно, з'ясуванням обставин, за яких можна знехтувати впливом/наявністю зовнішньої поверхні півпростору та інтерфейсної поверхні для біматеріалу.
3. Безумовно, громіздкість наведених у дисертаційній роботі математичних викладок спонукала дисертанта застосовувати компактний запис формул з широким застосуванням індексно-матричних позначень. Разом з тим вважаю, що було б корисно для одного вибраного прикладу навести розгорнутий вигляд інтегральних рівнянь (їх можна було б винести у Додатки роботи). Такий запис уможливило б детальний аналіз структури ядер, наочно описує внесок кожного фізичного поля та зовнішньої/інтерфейсної поверхні, демонструє різнотипні види сингулярностей ядер тощо.

4. У роботі трапляються окремі описки: параметром θ одночасно позначено температуру і кут нахилу включення до поверхні півпростору; у розділі 3 досліджено задачі термопружності для анізотропного півпростору, а у висновках помилково згаданий термомагнітоелектропружний півпростір; півпростори у біматеріалі розділу 4 розділені поверхнею $x_1 = 0$, а не $x_2 = 0$ тощо.

5. Кузь Ігор Степанович, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри механіки, Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, надав позитивну рецензію із зауваженнями:

1. При числовому аналізі конкретних задач розглядалися тіла лише з прямолінійними включеннями. Чи можливо використовувати отриманий числовий підхід і для криволінійних включень? Якщо так, то добре було би навести відповідні приклади.
2. Для розв'язування систем інтегральних рівнянь застосовувався метод граничних елементів. У роботі недостатньо обґрунтовано, чому був вибраний саме цей числовий метод і в чому його перевага над іншими.
3. Автору можна висловити побажання щодо отримання у майбутньому авторських свідоцтв на розроблені програмні комплекси, а також щодо їхнього поширення у науковій спільноті.
4. У роботі зустрічається незначна кількість описок і повторень.

Загальна оцінка роботи і висновок. Дисертаційне дослідження **Василишина Андрія Володимировича** на тему «**Термомагнітоелектропружність неідеально поєднаних структур з внутрішніми тонкими включеннями**» є самостійною та ґрунтовною науковою працею, що виконана з дотриманням вимог академічної доброчесності.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у наступному:

1. Із використанням розширеного формалізму Стро та теорії функції комплексної змінної розроблено аналітичний підхід для отримання сингулярних інтегральних рівнянь для анізотропного термомагнітоелектропружного півпростору, що містить циліндричні порожнини, тріщини чи тонкі деформівні включення.
2. Побудовано інтегральні формули типу Сомільяни для анізотропного термопружного півпростору з урахуванням усіх можливих змішаних температурних та механічних крайових умов на його межі.
3. Застосування до розв'язування отриманих для півпростору систем сингулярних інтегральних рівнянь модифікованого методу граничних елементів дало можливість розв'язати низку нових задач для термопружного півпростору зі змішаними крайовими умовами на його межі та системою внутрішніх тонких включень.
4. Отримано інтегральні формули та рівняння, що моделюють термомагнітоелектропружне біматеріальне тіло з неідеальним тепловим та

ідеальним магнітоелектромеханічним контактом складових, що в свою чергу можуть містити тонкі деформівні включення.

5. Застосування модифікованого методу граничних елементів дало можливість із високою точністю розв'язувати задачі термомагнітоелектропружності для біматеріальних тіл з інтерфейсом високої теплопровідності та внутрішніми тонкими неоднорідностями.
6. На основі застосування розвинень комплексних потенціалів Стро у степеневі ряди, з подальшим задовольнянням крайових умов на основі підходу найменших квадратів побудовано напіваналітичний обчислювальний метод аналізу фізико-механічних полів у біматеріальних структурах із неідеальним контактом компонентів.
7. Побудовані інтегральні рівняння дають можливість для їхнього розв'язування легко використовувати навіть довільну схему методу граничних елементів оскільки не містять у явній формі інтегралів по об'єму, по безмежній межі та по інтерфейсу біматеріалу.

Результати досліджень, які наведені у дисертаційній роботі та опубліковані у наукових статтях, належать автору і є його науковим доробком. Викладені в дисертації висновки й положення наукової новизни отримано на підставі особистих досліджень автора.

Обґрунтованість і достовірність отриманих наукових результатів дослідження забезпечується коректним застосуванням математичного апарату й апробованих рівнянь лінійних теорій пружності, термопружності, електропружності та термомагнітоелектропружності; контрольним розв'язуванням вивчених іншими дослідниками задач; зіставленням отриманих результатів у часткових і граничних випадках із вже відомими розв'язками інших авторів; відповідністю результатів розв'язування нових задач фізичній суті досліджуваних явищ.

Дисертація носить, як теоретичний так і практичний характер. Викладені у дисертації результати можуть бути використані при аналізі кусково-однорідних ізотропних, анізотропних, п'єзоелектричних, термо- та магнітоелектропружних безмежних (півбезмежних) біматеріальних структур та відповідних тіл скінченних розмірів з неідеальним контактом їх компонент, а також півпросторів зі змішаними крайовими умовами на внутрішній межі, що містять внутрішні тонкі включення та тріщини.

За кількістю і рівнем публікацій, апробацією на наукових конференціях дисертація **«Термомагнітоелектропружність неідеально поєднаних структур з внутрішніми тонкими включеннями»** відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 року «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» та «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44), а її автор, Василюшин Андрій Володимирович, заслуговує

присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 11 «Математика та статистика» за спеціальністю 113 «Прикладна математика».

Результати відкритого голосування:

«За» – 5 (шість) членів ради,

«Проти» – — членів ради.
немає

На підставі результатів відкритого голосування спеціалізована вчена рада ДФ 35.051.125 Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, м. Львів, присуджує **Василишину Андрію Володимировичу** ступінь доктора філософії з галузі знань 11 «Математика та статистика» за спеціальністю 113 «Прикладна математика».

Голова спеціалізованої
вченої ради
ДФ 35.051.125



проф. Олександр МАКСИМУК

