

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора,
Іваницького Ярослава Лаврентійовича
на дисертаційну роботу Верушкіна Івана Олексійовича
«Методи граничних інтегральних рівнянь в крайових задачах теорії потенціалу
та лінійної теорії пружності», представлену на здобуття наукового ступеня
доктора філософії
за спеціальністю 113 – Прикладна математика

Актуальність теми

Традиційні методи аналізу конструкцій, зокрема скінченно-елементні, мають низку обмежень при дослідженні тонких оболонок, тіл з тріщинами та задач взаємодії з рідинами. Це вимагає вдосконалення відомих та розвиток альтернативних підходів, серед яких особливе місце займають методи граничних інтегральних рівнянь.

Розвиток таких методів дає можливість не лише врахувати складні граничні умови, а й значно знизити вимоги до обчислювальних ресурсів у порівнянні з об'ємними моделями. У цьому полягає ключова відмінність роботи Верушкіна І.О. від ряду попередніх досліджень, які обмежувалися лише класичними підходами.

Особливу актуальність має запропонований у роботі підхід до розв'язання гіперсингулярних рівнянь, які традиційно вважалися складними для числової реалізації. Це відкриває нові можливості для точного аналізу процесів у конструкціях з дефектами та у задачах аеро- і гідропружності.

Таким чином, дисертаційна робота є актуальною оскільки враховує недоліки відомих методик і розвиває нові підходи для розвитку обчислювальної механіки.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Ступінь обґрунтованості наукових результатів забезпечується комплексним використанням аналітичних методів і числових перевірок. Поєднання цих підходів дає можливість розширити дослідження та робить висновки роботи достатньо аргументованими.

Разом із тим, деякі рекомендації потребують подальшого розвитку й перевірки на ширшому колі прикладів. Проте загалом сформульовані положення є обґрунтованими та логічно пов'язаними з поставленими завданнями.

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність результатів забезпечується комплексним підходом: автор використовує як аналітичні методи, так і числову перевірку на модельних задачах. Це дає можливість розширити дослідження та забезпечує всебічне підтвердження висновків.

Разом із тим, хоча робота не містить широкого експериментального підтвердження, проведений аналіз збіжності та відповідність класичним рішенням дають можливість вважати отримані результати достатньо достовірними.

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

- Розвинені ефективні методи числового розв'язання гіперсингулярних інтегральних рівнянь при дослідженні міцності тіл із тріщинами.
- Запропоновано підхід, заснований на застосуванні сингулярних інтегральних рівнянь в аксіально-симетричному формулюванні до моделювання коливань тонкостінних оболонок, частково заповнених рідиною.

- Удосконалено числові алгоритми для аналізу аксіально-симетричних тіл, що дало змогу знизити обчислювальні витрати й підвищити стабільність розрахунків.

-Проведено уточнені розрахунки коливань резервуарів з рідиною на пружній основі Вінклера.

-Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.

Наукова цінність роботи полягає у поєднанні фундаментальних результатів з орієнтацією на реальні інженерні застосування. У Дисертації встановлено, що методом граничних інтегральних рівнянь можна не лише розв'язувати модельні задачі, але й описувати складні процеси у практично важливих конструкціях.

З іншого боку, отримані результати дають можливість для перспективи подальших досліджень у напрямку вдосконалення числових алгоритмів і їхнього поєднання з експериментальною перевіркою. Це дає можливість оцінити одночасно і теоретичну вагу, і прикладний потенціал дисертаційної роботи.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Результати дисертаційних досліджень відображені у 18 публікаціях, серед яких: 1 стаття у журналі, що індексується у базі Scopus (квартиль Q1), 3 статті у фахових українських виданнях категорії Б, 4 статті у виданнях, що індексуються у базі Copernicus, 1 розділ у закордонній монографії "The Fundamentals of BEM" (Scopus), 5 тез конференцій, а також 6 доповідей на міжнародних конференціях, частина з яких індексується у Scopus.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 8 Порядку присудження ступеня доктора

філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях. Основні результати дисертаційної роботи опубліковані у 18 наукових працях, серед яких є статті у журналах Scopus, у тому числі першого квартилю, і Corepticus, фахових виданнях України, розділ у закордонній монографії та численні доповіді на міжнародних конференціях. Такий спектр публікацій забезпечує комплексне висвітлення теоретичних і прикладних аспектів дослідження.

Важливо, що результати апробовані як у вітчизняному, так і в міжнародному науковому середовищі, що підтверджує їх новизну, достовірність і практичну значущість.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44.

Оцінка змісту дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Верушкіна І.О. складається зі вступу, п'яти розділів, висновків і списку використаних джерел.

У вступі обґрунтовано актуальність, визначено мету, завдання, об'єкт, предмет і методи дослідження, окреслено наукову новизну та практичну цінність, наведено дані про апробацію і публікації.

Перший розділ містить огляд літератури з теорії потенціалу й методу граничних елементів, підсумовує сучасний стан досліджень щодо сингулярних та гіперсингулярних граничних інтегральних рівнянь і формулює проблематику

аналізу конструкцій, що взаємодіють із рідиною або мають тріщини.

У другому розділі подано постановки просторових задач для тіл з тріщинами та задач гідропружності, схеми обтікання тонких несучих поверхонь; здійснено зведення до граничних інтегральних рівнянь, у тому числі сингулярними та гіперсингулярними ядрами.

Третій розділ присвячено розвитку числових і аналітичних методів для гіперсингулярних рівнянь: обґрунтовано обчислення скінченної частини за Адамаром, доведено умову існування граничного значення нормальної похідної потенціалу подвійного шару на розімкненій поверхні, отримано одновимірне рівняння для задачі Неймана на круговій області та побудовано його аналітичні розв'язки.

У четвертому розділі досліджено гідропружну взаємодію елементів конструкцій з рідиною за умов однобічного та двобічного контакту, розглянуто коливання циліндричних оболонок, круглих пластинок і лопаток кільцевого вінця з урахуванням приєднаних мас, наведено порівняння форм і частот коливань у повітрі та рідині.

П'ятий розділ розглядає питання, що пов'язані із динамікою резервуарів з рідиною на пружній основі Вінклера та урахуванням плескань вільної поверхні; застосовано метод заданих форм, отримано частотні характеристики й показано відсутність небезпечного зближення частот.

Висновки узгоджені зі змістом, чітко сформульовано підсумкові наукові результати та практичні рекомендації.

Список джерел репрезентативний, анотація коректно відображає основний зміст і новизну роботи.

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

Перелік використаних джерел (88 позицій) свідчить про ґрунтовну опрацьованість наукової проблематики і включає публікації різних наукових

шкіл. Анотація відображає ключові положення дисертації, достатньо повно висвітлюючи результати та їх практичне значення.

Академічна доброчесність

Порушень принципів академічної доброчесності в дисертації та пов'язаних із нею публікаціях не виявлено. Усі результати, представлені до захисту, отримані автором особисто та опубліковані у відповідних працях. У співавторських роботах використані лише ті положення та обчислення, які є результатом власних досліджень здобувача.

Щодо дисертаційної роботи можна висловити такі зауваження:

1. Як модельні тріщини розглянуті лише тріщини плоскої конфігурації, але бажано розширити числові дослідження на випадок тріщин, що розповсюджені по поверхнях.
2. Не проведено аналіз J -інтегралів та інших характеристик крихкого руйнування.
3. Не обґрунтовано можливість нехтування в'язкістю рідини, особливо в задачі про коливання оболонки з рідиною на пружній основі Вінклера.
4. Не вказано, що означає індекс i у таблиці 4.6.
5. Не вказано посилання на властивості гіперсингулярного оператора, яка характеризує подібність характеру розв'язків та правих частин гіперсингулярного рівняння.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Верушкіна І.О. «Гіперсингулярні інтегральні рівняння у задачах теорії потенціалу та лінійної теорії пружності» за своїм змістом відповідає спеціальності 113 – Прикладна математика. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, що розв'язує актуальну науково-практичну задачу, пов'язану з розвитком методів аналізу гіперсингулярних

інтегральних рівнянь та їх застосуванням до задач механіки руйнування і гідропружності. Виконане дослідження органічно продовжує традиції харківської наукової школи прикладної математики в галузі граничних інтегральних рівнянь.

Дисертаційна робота Верушкіна Івана Олексійовича відповідає спеціальності 113 – «Прикладна математика», відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 6, 7, 8 і 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44. Здобувач Верушкін Іван Олексійович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 – Прикладна математика.

Офіційний опонент

Завідувач лабораторії міцності та
довговічності елементів конструкцій за
складного навантаження Фізико-механічного
інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України,
д.т.н., професор



Ярослав ІВАНИЦЬКИЙ

Підпис Ярослава Іваницького
засвідчую

Т. в. о. вченого секретаря
Фізико-механічного інституту
ім. Г.В. Карпенка НАНУ
08.09.2025р.



Михайло ЗАЛІСКО