

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Мізерної Олени Леонідівни «**Напружено-деформований стан волокнистих композиційних матеріалів в умовах в'язкопружного деформування**», яку подано на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла

Актуальність теми дисертації.

Застосування композиційних матеріалів у різних галузях сучасної техніки (авіаційній, космічній, суднобудівній, транспортній та ін.) вимагає створення нових і вдосконалення існуючих методів розрахунку композитних конструкцій. Можливість визначення експлуатаційних характеристик матеріалу заздалегідь дає змогу зменшити вартість і тривалість експериментальних досліджень при проектуванні конструкції. Широке застосування у промисловості отримали волокнисті композиційні матеріали, особливістю яких є поєднання різних за фізичними властивостями компонентів. Використання еластомерних, полімерних, гумових матриць та металевих, керамічних, тканинних волокон надають композиційному матеріалу неоднорідності, анізотропії, в'язкопружних властивостей тощо. Врахування цих особливостей при розв'язанні задачі традиційними аналітичними та чисельними методами зіштовхується із складнощами математичного характеру, або навіть із неможливістю розв'язання задачі. У зв'язку з цим виникає потреба у розробці і застосуванні спеціальних чисельних підходів. Тому питання, розглянуті в дисертаційній роботі, є актуальними і представляють значний практичний інтерес.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Обґрунтованість та вірогідність результатів досліджень забезпечується тим, що:

20.04.2021

- наукові задачі досліджень в дисертації поставлені коректно, а обрані методи розв'язування достатньо обґрунтовані;
- при розробці моделі розрахунку використані відомі фізичні закони, а також загальноновизнані та адекватні гіпотези і припущення механіки композитних матеріалів;
- методи та підходи при реалізації задач розроблені із залученням строгого та коректного математичного апарату;
- обґрунтованість висновків та рекомендацій забезпечується тим, що вони безпосередньо впливають із отриманих числових результатів дисертаційної роботи і відповідають механічному змісту задачі;
- достовірність отриманих результатів підтверджується їх узгодженням і порівнянням, де це можливо, з даними досліджень інших авторів.

У цілому можна вважати, що наукові положення, висновки та підходи, розвинуті в дисертації, є достатньо обґрунтованими та достовірними, оскільки ґрунтуються на глибокому порівняльному аналізі досліджуваних явищ.

Наукова новизна результатів дослідження.

До нових наукових результатів, отриманих у роботі, можна віднести такі:

- запропоновано модифікацію моментної схеми скінченних елементів для визначення напружено-деформованого стану волокнистих композиційних матеріалів в умовах в'язкопружного деформування у тривимірній постановці;
- вперше розроблено спеціальний скінченний елемент з просторово-часовою апроксимацією переміщень для визначення напружено-деформованого стану волокнистих композиційних матеріалів, що в процесі деформування проявляють в'язкопружні властивості;

– удосконалені чисельні підходи для розв’язання задач в’язкопружності механіки композиційних матеріалів у тривимірній постановці;

– за допомогою розробленого прикладного програмного пакету отримано нові чисельні результати, що виявляють вплив в’язкопружних властивостей композиційного матеріалу на процес деформування всієї конструкції.

Повнота викладу наукових положень, висновків, результатів і рекомендацій в опублікованих роботах.

За темою дисертації опубліковано 16 робіт, з яких 6 статей опубліковано у фахових наукових виданнях й 1 стаття – у іноземному науковому періодичному виданні. З них 3 статті входять до наукометричних баз даних. Також результати роботи викладено у 9 тезах доповідей і матеріалах міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференцій.

Представлені публікації в повній мірі відображають основні положення та результати дисертаційної роботи. Автореферат повністю відповідає змісту дисертації.

Практичне значення отриманих результатів.

Практична цінність результатів роботи полягає у можливості безпосереднього використання отриманих результатів роботи при проектуванні складних конструкцій із волокнистих композиційних матеріалів, що мають в’язкопружні властивості, у різних галузях техніки, будівництва, транспорту, тощо. Побудовані у роботі розрахункові схеми розв’язання задач в’язкопружності, розв’язки конкретних задач для пластин, оболонок та труб можуть бути використані як тестові при створенні реальних конструкцій і матеріалів.

Оцінка змісту дисертаційної роботи.

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку літератури і додатків. Дисертація викладена на 135

сторінках, містить 28 рисунків, 1 таблицю; список використаних джерел зі 158 найменувань на 20 сторінках; 5 додатків на 11 сторінках.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, наведено загальну характеристику роботи, сформульовано мету й основні завдання досліджень, визначено об'єкт, предмет та методи наукового дослідження. Викладено наукову новизну, практичне значення результатів дослідження, наведено відомості про особистий внесок здобувача та про апробацію результатів дисертаційної роботи.

Перший розділ присвячено висвітленню сучасного стану проблеми дисертаційного дослідження. Проаналізовано експериментальні методи визначення характеристик повзучості і релаксації для різних матеріалів. Приведено аналітичні та чисельні методи та підходи для визначення ефективних модулів в'язкопружності. Проведено аналіз диференціальних та інтегральних моделей в'язкопружного деформування композитів. Розглянуто чисельні методи розв'язання задач теорії в'язкопружності на основі методу скінченних елементів. Проаналізовано недоліки і проблеми існуючих методів дослідження.

У **другому розділі** на базі моментної схеми скінченних елементів розроблено просторово-часовий скінченний елемент, який враховує миттєві та спадкові властивості при деформуванні композиційних матеріалів. Запропоновано підхід до моделювання напружено-деформованого стану в'язкопружного волокнистого композиту із використанням розробленого просторово-часового елемента. Отримано систему розв'язувальних рівнянь для визначення переміщень і напружень у в'язкопружному композиційному матеріалі.

У **третьому розділі** представлено реалізацію розробленої математичної моделі у вигляді пакету прикладних програм. Алгоритм розрахунку представляє собою ітераційну процедуру, за допомогою якої можна отримати чисельні результати дослідження напружено-деформованого стану композитної конструкції в умовах в'язкопружного деформування.

У **четвертому розділі** розглянуто застосування розроблених у дисертаційній роботі підходів до розв'язування певних задач деформування в умовах в'язкопружності композитних пластин, оболонок, труб. Досліджено вплив різних кутів армування, кількості шарів армування і об'ємного вмісту волокон на напружено-деформований стан елементів конструкцій. Чисельно досліджено процес деформування пневмобалона з гумокордною оболонкою, відображено прояв в'язкопружних властивостей матеріалу.

У **висновках** наведено підсумки досліджень і вказано основні результати дисертаційної роботи.

У **додатках** наведено додаткові матеріали дослідження, список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації, а також акт впровадження результатів дослідження у відділі механіки еластомерних конструкцій Інституту геотехнічної механіки НАН України (м. Дніпро) при розрахунку та створенні гумових амортизаторів із гумокордними вставками.

Зауваження до роботи:

1. Експоненціальний закон не завжди точно описує траєкторію в'язкопружного деформування матеріалів, є більш точні залежності на основі ядер Ю. М. Работнова, М. А. Колтунова, А. Р. Ржаніцина.
2. Не вказано значення часових вузлів скінченного елемента: це були рівновіддалені вузли, або інший закон розбиття часового проміжку?
3. Мало уваги приділено перевагам розробленого просторово-часового скінченного елемента у порівнянні з іншими підходами, наприклад, із традиційними просторовими скінченими елементами та скінченно-різницевою схемою за часом для розв'язання задач в'язкопружності композитів.
4. Не сформульовані рекомендації щодо вдосконалення конструкцій із урахуванням отриманих у дослідженні результатів.

Наведені зауваження не знижують загальну позитивну оцінку наукової роботи.

Висновки щодо відповідності дисертації встановленим вимогам МОНУ.

На підставі аналізу дисертаційної роботи та автореферату Мізерної О. Л., публікацій дисертанта за темою роботи у фахових наукових виданнях можна зробити висновок, що робота виконана на належному теоретичному та науковому рівні, відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів...», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 656 зі змінами, затвердженими Постановами Кабінету Міністрів України № 656 від 19 серпня 2015 р., № 1159 від 30.12.2015 р., а її автор – Мізерна Олена Леонідівна, заслуговує на присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла.


Офіційний опонент,
завідувач відділу вібраційних і
термоміцнісних досліджень,
Інституту проблем машинобудування
ім. А.М. Підгорного НАН України,
доктор технічних наук,
старший науковий співробітник

Сметанкіна Н.В.

Підпис завідувача відділу вібраційних і термоміцнісних досліджень,
д-ра техн. наук, с.н.с. Сметанкіної Н.В. засвідчую:

Заступник директора з наукової роботи
член-кореспондент НАН України



 Костіков А.О.

вх.№9 від 26.04.2021р.