ВІДГУК

офіційного опонента Кузьменка Василя Івановича
на дисертаційну роботу Спиці Оксани Геннадіївни на тему:
«Аналітичний та чисельний підходи до розв'язання задач теорії пружності для багатошарових середовищ», подану на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю
01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла

Актуальність теми дисертації. Використання шаруватих елементів конструкцій пов'язується з можливістю забезпечити необхідні конструктивні та експлуатаційні властивості конструкцій за рахунок добору механічних характеристик шарів (при відносно невисокій вартості та матеріалоємності). Розв'язання такого завдання потребує ретельного дослідження напружено-деформованого стану багатошарових середовищ. У разі істотно товстих багатошарових плит використання класичних постановок та методів теорії пластинок вже неможливе. Тому запропоновані підходи до розв'язання крайових задач для товстих багатошарових плит є актуальними, представляють науковий інтерес, а дисертаційна робота Спиці Оксани Геннадіївни має практичне значення.

Основні наукові результати дисертації. Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, підтверджується результатами дослідження, що здійснила здобувач, і в цілому, не викликає сумнівів. Автором отримано узагальнення методу функцій податливості, розробленого для багатошарових основ, на крайові та контактні задачі для багатошарових плит як із ізотропними та із анізотропними шарами. Числове розв'язання ґрунтується на варіаційному формулюванні та скінченно-елементній апроксимації і здійснюється за допомогою розробленого пакету програм.

Виконано порівняння результатів, отриманих у разі застосування методу функцій податливості і за допомогою числового алгоритму.

Наукова новизна одержаних результатів. У роботі отримано нові розв'язки крайових задач теорії пружності у напруженнях для багатошарових

ВІДДІЛ ДІЛОВОДСТВА,
АРХІВУ ТА РЕЖИМНОЇ РОБОТИ ЗНУ
«22» 04 2022 р.
ВХ.№ 1402/01.01-23

плит. Новим у дисертації слід вважати також і підхід до аналітичного розв'язання контактних задач зі зведенням до рівнянь Фредгольма 2-го роду. Автором запропоновано новий алгоритм числового розв'язання контактних задач для багатошарових плит, який використовує ітераційне уточнення області контакту.

Вірогідність і достовірність результатів дисертації. Отримані у дисертації розв'язки ґрунтуються на коректних постановках задач та узгоджуються з механічним змістом. Числове розв'язання використовує добре вивчені варіаційні підходи та скінченно-елементні апроксимації. Шляхом порівняння з аналітичними розв'язками задач автором дисертації проведена оцінка наближених розв'язків. Відмітимо, що практично відсутні як апріорні, так і апостеріорні оцінки збіжності використаних ітераційних процесів. Такі оцінки істотно підсилили б впевненість у достовірності результатів. Загалом рівень вірогідності результатів можна вважати задовільним.

Практичне значення результатів дисертації. Варто відзначити, що побудовані дисертанткою алгоритми та отримані конкретні результати можуть бути використані для проектування композитних плит з метою забезпечення необхідних конструктивних та експлуатаційних вимог і зменшення матеріалоємності.

На увагу заслуговує те, що матеріал дисертації викладено у необхідній логічній послідовності. Ілюстративний матеріал подано авторкою у зручному для осмислення вигляді. Стиль викладання можна вважати прийнятним.

Автореферат дисертації достатньо повно і правильно відображає основні результати дослідження. Зміст автореферату ідентичний основним положенням дисертації.

Основні результати дисертації протягом 2001-2017 років доповідалися автором на низці наукових конференцій та опубліковані у 8 фахових виданнях, тому слід вважати, що результати дисертаційного дослідження охопили широке коло наукової спільноти.

Зауваження по роботі. Оцінюючи в цілому позитивно дисертацію Спиці Оксани Геннадіївни, необхідно вказати на деякі міркування, що виникли в ході рецензування роботи, і вимагають окремих пояснень:

1. Для контактних задач із заздалегідь невідомими областями контакту не виконується принцип суперпозиції, тобто такі задачі є нелінійні. Видається дивним зведення цих задач до систем лінійних алгебраїчних рівнянь.

2. Авторка недостатньо уваги приділяє виявленню та аналізу механічних ефектів. Наведені результати лише ілюструють працездатність розроблених програмних засобів.

3. У роботі відсутні оцінки практичної збіжності використаних ітераційних процесів. Зокрема, не аналізується вплив кількості скінченних елементів на похибку розв'язку та не наводяться обчислювальні характеристики процесу уточнення області контакту.

4. На жаль, розв'язання задач та подання результатів здійснюється у розмірних величинах, що істотно зменшує загальність висновків дисертації та обмежує можливості практичного використання результатів.

5. Потребує пояснення та уточнення алгоритм визначення фактичних областей контакту. У разі наближеного розв'язання нормальні напруження на вільних поверхнях відмінні від нуля і можуть мати різні знаки. Якщо $\sigma_y < 0$ у вузлах на вільних поверхнях, то чи слід вважати ці вузли контактними?

6. Не зрозуміло, чим відрізняється тришарова плита зі зчепленими шарами з однаковими механічними характеристиками від однорідної плити тієї ж товщини (С. 80, С. 105).

7. Чи будуть пружними деформації у всіх точках плити у разі контактного тиску $q = 1000$ МПа (рис. 4.9, 4.10), якщо взяти до уваги, що при дії опуклого штампу у певній області виникають головні напруження різних знаків, а тому відповідно інтенсивність напружень перевищує межу пластичності для сталей.

8. Укажемо на низку недоліків технічного характеру та на стилістичні похибки. Зокрема, на С. 79 говориться про двошарову плиту, а на наступній сторінці наводяться характеристики для трьох шарів. Опис програмних засобів (С. 101–103), на нашу думку, доцільніше було б помістити у додатках.

Не можна вважати вдалим словосполучення «елементні навантаження» (С. 103), «функції шару» (С. 41), «розподілена пружна плита» (С. 105), «простирається до нескінченності» (С. 100), «граничні умови … прикладаються

тільки до вузлів» (С. 102), «ступеня свободи» (С. 104). Видається недоречним використання поняття «конструкція» у процесі опису МСЕ як математичного методу.

Однак, висловлені зауваження мають рекомендаційний характер і не впливають на загальну позитивну оцінку дослідження Спиці Оксани Геннадіївни, яке має дійсно вагому новизну, теоретичну й практичну значущість.

Висновок про відповідність дисертації вимогам Порядку присудження наукових ступенів. Дисертаційне дослідження «Аналітичний та чисельний підходи до розв'язання задач теорії пружності для багатошарових середовищ» присвячене актуальній тематиці, є самостійною і завершеною науковою працею, яка за рівнями наукової новизни, теоретичної і практичної значущості, обґрунтованості отриманих результатів, відповідає всім вимогам «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. за № 567 (зі змінами), які висуваються до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата наук, а її авторка, Оксана Геннадіївна Спиця, заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук зі спеціальності 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла.

Офіційний опонент, професор кафедри
обчислювальної математики та
математичної кібернетики
Дніпровського національного університету
імені Олеся Гончара,
доктор фізико-математичних наук, професор В. І. Кузьменко

Підпис В. І. Кузьменка засвідчую
Вчений секретар
Дніпровського національного
університету імені Олеся Гончара Т .В. Ходанен