

До спеціалізованої вченої ради Д 26.256.04

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Кари Ірини Дмитрівни

«Чисельна реалізація методу граничних інтегральних рівнянь для аналізу

хвильових процесів у насичених рідиною пористих середовищах»,

поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

за спеціальністю 05.23.17 – будівельна механіка

Актуальність теми дисертації. Велика кількість природних і штучних середовищ містить в своїй структурі пори, які можуть бути заповненими рідиною чи газом. Тому все частіше виникає необхідність розв'язання задач про дослідження напружено-деформованого стану (НДС) частково або повністю насичених конструкцій, особливо підземних резервуарів, при поширенні пружних хвиль. Такі задачі вимагають для свого рішення залучення методів чисельного аналізу, зокрема, методу граничних інтегральних рівнянь (МГІР), важливою перевагою якого є зниження розмірності задачі, що є доволі суттєвим при розгляді об'єктів значних розмірів.

Проведений аналіз сучасного стану проблеми показав, що є досить значний науковий інтерес до теми застосування МГІР при аналізі коливальних процесів в поропружних середовищах та, водночас, обмежена кількість праць, присвячених цьому питанню. Це визначає актуальність проблеми, вирішення якої представляє науковий та практичний інтерес.

Аналіз змісту дисертації. Дисертація містить вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел та додаток. Загальний обсяг дисертації становить 135 сторінок. Список використаних літературних джерел містить 208 назв. В додатку представлена довідка про впровадження результатів дисертаційної роботи.

Публікації за темою дисертації. Зміст дисертаційної роботи відображено в 7 публікаціях автора, з яких 5 статей у науковому фаховому виданні, що включене до міжнародних наукометричних баз. Робота пройшла апробацію на 5 міжнародних та вітчизняних наукових конференціях.

В представленій роботі методами обчислювальної механіки вирішується у тривимірній постановці проблема аналізу коливань поропружних елементів конструкцій.

У вступі обґрунтована актуальність теми, визначені мета і задачі досліджень, представлена загальна характеристика роботи.

В першому розділі проведений огляд літературних джерел та зроблений висновок з приводу теперішнього стану аналітичних і чисельних досліджень динамічних процесів в пружно-пористих насичених рідиною середовищах, зокрема, із застосуванням МГПР. Сформульовані основні вихідні співвідношення задач поропружності.

В другому розділі представлена в загальному вигляді постановка задачі про поширення хвиль в поропружних тілах. Наведені граничні інтегральні рівняння (ГІР) тривимірної поропружності, які базуються на узагальнених формулах Соміліани-Гріна, а також компоненти матриці фундаментальних розв'язків, які входять до складу граничних рівнянь. Виведені вирази для визначення узагальненої похідної цих фундаментальних розв'язків.

В третьому розділі описується чисельний алгоритм розв'язання з використанням МГПР задач про тривимірні коливання поропружних об'єктів. Значна увага приділена виведенню співвідношень для визначення сингулярних частин граничних інтегралів. З цією метою підінтегральні вирази наближено замінюються відрізком ряду Маклорена, в результаті чого їхня особливість знижується до рівня інтегралів задачі статички. Була перевірена достовірність одержаних співвідношень шляхом порівняння значень, отриманих із застосуванням виведених формул та точних виразів. Для випадку, коли точка спостереження знаходиться на плоскій ділянці, за допомогою інтегрування по круговій області отримані замкнені аналітичні вирази, які дозволяють точно обчислювати граничні інтеграли з особливістю. Шляхом розв'язання ряду тестових задач та співставлення результатів з аналітичними розв'язками була підтверджена надійність розробленого алгоритму.

Четвертий розділ присвячений викладенню та аналізу результатів розв'язання прикладної задачі про динамічний НДС пористої насиченої породи, в якій присутні два сферичних сховища для зберігання нафтопродуктів. Розглянута ситуація, коли в одному зі сховищ відбувається вибух. Встановлений вплив значення відстані між осями ємностей на значення напружень, які виникають біля границі ненавантаженої ємності.

Наукова новизна. Основними результатами, які складають наукову новизну роботи, можуть вважатися: розробка алгоритму для дослідження динамічних полів переміщень і напружень в навантажених насичених пористих тілах; одержання нових виразів, які дозволяють обчислювати сингулярні складові інтегральних рівнянь по елементах, на яких розташований полюс; виведення виразів для узагальненої похідної фундаментальних розв'язків задачі тривимірної поропружності.

Практичне значення роботи полягає у програмній реалізації розробленої методики, спрямованої на аналіз коливань насичених рідиною пористих тіл під дією динамічного навантаження.

Результати дисертаційної роботи можуть бути використані в проектно-конструкторській та науковій практиці для визначення параметрів динамічного НДС пористих елементів конструкцій.

Достовірність результатів обґрунтовується послідовністю математичних перетворень, використаних при отриманні розв'язувальних співвідношень МГР, узгодженням чисельних результатів тестових задач з аналітичними результатами.

Зміст автореферату повністю відображає основні положення дисертації, його оформлення відповідає всім вимогам.

По розглянутій дисертаційній роботі є наступні зауваження:

1. Розрахункові співвідношення методу ГР, наведені в дисертації, зокрема, фундаментальні розв'язки стосуються задачі про коливання поропружних елементів конструкцій в тривимірній постановці. Разом з тим, у третьому розділі серед тестових наведена задача про розповсюдження циліндричних хвиль, тобто розглядається стан плоскої деформації. На мій погляд, наявність такої задачі в роботі потребує окремих коментарів та пояснень.

2. В четвертому розділі наведені результати аналізу динамічного НДС, спричиненого вибуховим навантаженням. При цьому границя порожнини зазнає не тільки силового, а й температурного впливу, тому хвилі, що поширюються в поропружному просторі, є термопружними. Оскільки алгоритм, розроблений в роботі, може бути застосований і для динамічних задач термопружності, мабуть, доцільно було розв'язати ще і таку задачу.

3. Слід було більш детально сформулювати граничні умови в задачі про вибух в порожнині. Якщо з навантаженням на тверду фазу границі все зрозуміло,

то відомості про те, який тиск передається на рідкий заповнювач, відсутні як в дисертації, так і в авторефераті.

Зроблені зауваження не знижують загальну позитивну оцінку виконаних досліджень. Підходи, що розроблені і застосовані, є відображенням пошуку нових методів чисельного аналізу стаціонарних та нестаціонарних полів переміщень і напружень в поропружних середовищах. Представлена дисертаційна робота Кари Ірини Дмитрівни «Чисельна реалізація методу граничних інтегральних рівнянь для аналізу хвильових процесів у насичених рідиною пористих середовищах» виконана на високому науковому рівні, є завершеним дослідженням, в якому отримані нові наукові результати в галузі будівельної механіки, і відповідає вимогам, встановленим МОН України для кандидатських дисертацій.

Вважаю, що автор дисертації Кара Ірина Дмитрівна заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.17 – будівельна механіка.

Офіційний опонент
кандидат технічних наук, доцент
доцент кафедри вищої математики
Національного транспортного університету

О.М. Андрусенко

«Підпис к.т.н., доц. О.М. Андрусенко засвідчую»

Вчений секретар

Національного транспортного університету



О.І. Мельниченко