

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

Романова Александра Вячеславовича

«ИССЛЕДОВАНИЕ МАСШТАБНЫХ ЭФФЕКТОВ МИКРОПОЛЯРНЫХ СРЕД В ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЯХ», представленной к защите на соискание

ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8. – «Механика деформируемого твердого тела»

Актуальность

Прогресс в области развития вычислительной индустрии и желание получить механические модели сложных микро- или нано-структурных материалов (композиты, метаматериалы), включая биомеханические системы, наиболее точно отражающие физику явлений, несомненно делает актуальным исследование масштабных эффектов микрополярных сред в трехмерных моделях. А развитие континуальных микрополярных сред, несомненно, заслуживает пристального внимания в современной механике.

Исследование, выполненное Романовым А.В. в диссертационной работе, затрагивает вопросы развития вариационных постановок неклассической теории упругости, получение ее уточненных решений и дает понимание работы механической модели, зависимой от масштаба и микроструктуры материала.

Основные результаты и научная новизна работы

– Предлагается способ приведения краевой задачи микрополярной теории упругости к системе линейных алгебраических уравнений в сокращенной тензорной форме;

– Изложен алгоритм для оценки корректности постановки краевых задач для микрополярной теории упругости на основе расщеплений уравнений статики;

– Выполняется построение упругого потенциала, который учитывает тепловые изгибы-кручения наряду с тепловыми деформациями и начальными тензорными полями;

– Для уточнения аппроксимации кинематических полей перемещений и микровращений полиномами Лагранжа применяется обобщение метода редуцированного и селективного интегрирования в тензорном виде, в том числе, для почти несжимаемого материала;

– Выполняется аппроксимация искоемых векторных полей перемещений и микровращений полиномами смешанной степени и показано преимущество данного способа на примере задачи о кубе;

– Новым также является вариационная формулировка модели натянутой нити для микрополярной среды.

Практическая значимость заключается в развитии вариационной формулировки модели микрополярной теории упругости, построении уточненного численного решения трехмерной модели для материалов с микроструктурой. Это позволяет исследовать микрополярные модели, их механические (термомеханические) эффекты, масштабные эффекты с целью определения материальных параметров среды для создания новых композиционных материалов (метаматериалов) или моделирования природных, в том числе, биомеханических систем.

Задача о натянутых нитях и ее вариационная формулировка в рамках микрополярной теории упругости может применяться для проектирования уникальных сооружений отечественных и зарубежных АЭС. При этом получаемая механическая модель обладает чувствительностью к масштабным эффектам, что позволяет получить уточненную модель натянутых нитей.

Достоверность результатов обоснована строгостью и корректностью принятых механических и математических формулировок краевых задач статики, применением апробированных методов математики для их решения. Также в работе выполняется сопоставления результатов численного решения существенно трехмерных задач с аналитическими решениями известных авторов, а также с результатами экспериментов, что является важным при сравнении физической природы модели.

Апробация результатов работы проведена в достаточной мере, имеется 11 научных работ, из них 5 работ в изданиях, входящих в мировую базу данных Scopus, остальные 6 – в прочих изданиях. Получено 12 авторских свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Автореферат написан в хорошем научном стиле и понятным языком, достаточно иллюстрирован.

По автореферату имеется следующее замечание:

Рассмотренная автором проблема медленной сходимости численных решений, связанная с эффектом заперения (locking) в литературе по методу конечного элемента как правило рассматривается одновременно с проблемой неустойчивости типа «песочные часы» (hourglass instability), свойственной численным схемам на базе 8-узловых полилинейных конечных элементов при использовании техники сокращенного (редуцированного) интегрирования. Данный эффект известен для задач классической теории упругости. По-видимому, он должен иметь место и для задач микрополярной теории. Но в автореферате нет упоминания об этом эффекте и способах борьбы с ним.

Указанное замечание не влияет на общую положительную оценку диссертационной работы.

Автореферат и научные публикации по теме исследования автора позволяют сделать вывод о том, что диссертация является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на высоком научном уровне, и соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук. Автор диссертации Романов Александр Вячеславович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8. – «Механика деформируемого твёрдого тела».

Чекмарев Дмитрий Тимофеевич,
д.ф.-м.н., доцент, профессор кафедры
теоретической, компьютерной и
экспериментальной механики
Национального исследовательского
Нижегородского государственного
университета им. Н.И. Лобачевского

Чекмарев Д.Т.

23.12.2024

603022, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д.23, корп.6
Тел. (831) 462-33-20, моб. тел. +79049015991
E-mail: 4ekm@mm.unn.ru



Подпись *Чекмарева Д.Т.*
Л.Ю. Черноморская
Тел. 462-30-21