

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

Отличительная особенность микрополярной теории в том, что она имеет дополнительный независимый кинематический параметр – вектор микровращений, и как следствие, способна получать уточненные решения для сред с микроструктурой (стеклопластики, костная ткань, метаматериалы), зависящие от масштабного параметра. Хорошо известны эксперименты по определению параметров концентрации напряжений, в которых, наряду с масштабом модели, наличие существенных градиентов напряжений вблизи дефектов, дислокаций или включений оказывают влияние на результат. В силу повсеместного использования сверхлегких и прочных композиционных материалов, развитие теорий, позволяющих получать уточненные решения для микроструктурных материалов, подтверждаемые экспериментом, заслуживает особого внимания.

В диссертационной работе исследование Романова А.В. затрагивает проблемы масштабных эффектов микрополярной теории упругости, развитие ее вариационной постановки и получение уточненных решений в рамках трехмерных задач, что является не простой темой.

Также, до настоящего времени является актуальной разработка численных методов микрополярной теории упругости для создания конечно-элементных решателей, обеспечивающих достаточную скорость сходимости и точность при повышенном числе степени свободы.

В совокупности, перечисленные аспекты научного исследования и полученные результаты дают фундаментальную базу к пониманию работы механической модели микрополярной среды, 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;

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

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

– Выполнено 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;

– Представлена аппроксимация искомым 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.

