

ОТЗЫВ

Члена диссертационного совета

на диссертацию

Панченко Артёма Юрьевича

на тему:

«Устойчивость и тепловые эффекты в кристаллических материалах при больших деформациях»,

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности

01.02.04. – механика деформируемого твердого тела

В связи с развитием нанотехнологии возникает целый ряд вопросов, на которые должны дать ответы как материаловеды, так и специалисты по механике деформируемого твердого тела. Среди многочисленных вопросов есть одна проблема: как моделировать и предсказывать свойства, а также поведение материалов при эксплуатации. Эта проблема актуальна, т.к. можно избежать частично сложных и трудоёмких экспериментов. Моделирование материалов, которые будут использоваться в нанотехнологии, непростая задача, т.к. масштаб совершенно другой по сравнению с классическими машиностроительными приложениями. В связи с этим каждая научная работа должна начинаться с вопроса выбора подходящей теории.

В настоящее время существует два подхода: континуальные модели и дискретные модели. Надо сразу сказать, что решение задач механики сплошных сред тоже основано на дискретизации (например, при применении метода конечных элементов). Но это есть элемент численного решения задач, а не первоначальная модель. Ответа на вопрос, что лучше – континуальный или дискретный подход – нет. Эти подходы можно применить даже на уровне структур атомного или молекулярного масштаба. Скорее всего эти подходы являются предельными случаями, а реальность – между ними.

Работа соискателя состоит из 105 страниц (введение, три главы, заключение), 55 рисунков и списка литературы с 122 источниками. Целью работы является уточнение и получение области применимости аналитических

N 09/2 -243 от 05.12.2018

выражений, связывающих макроскопические параметры сплошной среды с параметрами межчастичного взаимодействия.

Основные (и новые) результаты данной работы представляют следующие положения:

1. Определение области устойчивости треугольной решетки при парном силовом взаимодействии. Этот вопрос был изучен методом динамики частиц. Получены следствия для уравнений равновесия эквивалентной сплошной среды: сильная эллиптичность.
2. Исследована микроструктура неоднородных состояний при структурном переходе из треугольной в квадратную решетку, а также релаксация энергии (*может быть лучшее уменьшение*).
3. Получены уточненные коэффициенты тензорных определяющих уравнений Ми-Грюнайзена.

При изучении всех трех проблем предполагается, что деформации большие.

Результаты апробированы на семинарах Института проблем машиноведения РАН (Санкт-Петербург), кафедры Теоретическая механика СПбПУ, а также в Новосибирске, в Испании и т.д. Доклады были представлены на российских и международных конференциях. По теме исследования были опубликованы 20 работ, в том числе 7 в изданиях, входящих в перечень ВАК. Оппонент несколько раз лично слушал доклады соискателя и мог убедится в высоком научном уровне.

В литературном обзоре в начале диссертации, обсуждаются основные работы по теме диссертации. Число работ не высокое. Но это хорошо, так как число публикаций в этой области очень высокое.

Сама диссертация начинаться на стр.15 (глава первая), где в начале обсуждается взаимодействие частиц. Для этого введены потенциальная и кинетическая энергии. После этого даны тензоры напряжений Коши и Пиолы для дискретной системы без теплового движения. К сожалению, не все символы в уравнениях (4) и (5) пояснены. В заключении главы введены потенциалы: простейший - гармонический, а также потенциалы Леннарда-Джонсона, Ми и Морзе. Потенциалы жесткости связи пары частиц (вторая производная от потенциала по расстоянию между частицами) почти совпадают (рис.1). К сожалению, не приведены выводы из численного примера, а уравнение (23); надо проверить. Обсуждаются условия сильной эллиптичности уравнений равновесия

для эквивалентного континуума. Необходимо отметить, что условия не приведены как определение.

В центре второй главы «Устойчивость кристаллических структур». Существуют разные подходы: метод Адамара, метод распространения плоских волн и т.п. Цель автора – применить один метод из механики сплошных сред к дискретным средам. Очевидно, что «волновой критерий» хорошо работает. Обсуждаются сначала энергия и релаксация энергии, последняя является уменьшением, потому что релаксацией в теории вязкоупругости, а также ползучести, назван процесс уменьшения напряжений. После этого соискатель рассматривает области устойчивости на разных решетках. Результаты представлены в виде графиков. Надо отметить, что, например, в случае треугольных решеток можно найти модификации, которые указывают на влияние разных факторов. По второй главе сделаны выводы. С ними можно согласиться. Сейчас видно, что нет выводов по первой главе.

Глава 3 посвящена тематике «Уравнение состояния идеальных кристаллов». Фокус делается на двумерные кристаллические структуры. Изучается «поведение» уравнения и компонентов тензоров, которые описывают определяющие уравнения таких материалов. Соискатель по результатам начала третьей главы рассматривает некоторые прикладные задачи. С выводами третьей главы можно согласиться.

В заключении приведены главные результаты:

- определены области устойчивости при парном силовом взаимодействии;
- показано, что в случае сильной эллиптичности эквивалентного континуума можно указать область устойчивости,
- изучается микроструктура и делаются выводы о механизмах, определяющих поведение материалов как минимум на уровне микроструктуры,
- уточнены некоторые параметры в уравнениях, но нет никаких комментариев по поводу того, на сколько это влияет в моделях.

По диссертации можно сделать следующие выводы:

- можно создать модели для поведения материалов в наномасштабе, которые находятся между континуальным и дискретным подходами,

- установлены связи между дискретными и континуальными моделями,
- численные примеры показывают правдоподобность выводов диссертации,
- с учетом реальных ситуаций можно сделать вывод по исследованию.

К сожалению, не хватает дискуссии по поводу обобщённых сред.

Диссертация Панченко Артёма Юрьевича на тему: «Устойчивость и тепловые эффекты в кристаллических материалах при больших деформациях» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 №6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Пранченко Артём Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела. Пункт 11 указанного Порядка диссертантом не нарушен.

Член диссертационного совета
д.т.н., профессор



Хольм Альтенбах

Магдебург, 04.12.2018