

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Ле Ван Хао «Моделирование нестационарных термоупругодиффузионных колебаний балки Бернулли-Эйлера», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8. – «Механика деформируемого твердого тела»

Диссертационная работа Ле Ван Хао посвящена моделированию термомеханодиффузионных процессов в изгибаемых балках. Рассматриваются шарнирно опертые и консольно закреплённые балки, а также балки на упругом основании Винклера, находящиеся под действием нестационарных механических нагрузок, при одновременном воздействии на них температурных и диффузионных факторов. Возникающие при этом физикомеханические процессы образуют достаточно сложную связь, обусловленную взаимодействием нестационарных полей различной физической природы в деформируемых телах.

Так как балки являются основой разнообразных конструкций и имеют очень широкий спектр применения в технике, то постановка и решение сформулированных в работе задач имеет большое **практическое значение** для обеспечения надежного функционирования технических конструкций их отдельных элементов, работающих в условиях нестационарных внешних воздействий различной физической природы.

Кроме того, предложенные математические модели могут быть применены при проектировании так называемых микроконсольных датчиков в виде малоразмерных балок и пластин, которые широко используются в физических, химических и биологических измерениях, а также в медицине для диагностики заболеваний, обнаружения точечных мутаций, мониторинга уровня глюкозы в крови и других приложений.

Тема диссертации является **актуальной**, что подтверждается большим научным интересом к данной проблеме как в России, так и за рубежом.

Диссертация состоит из введения, 4-х глав, заключения и списка цитируемых источников. Во введении обсуждается состояние проблемы, приведено краткое

ОТЗЫВ
ОТ РЕП. КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

1

09.09.25

содержание диссертации по главам. Обоснована актуальность, практическая значимость, научная новизна данного исследования и достоверность полученных результатов.

В первой главе приведен подробный обзор литературы, относящейся к теме диссертации. Здесь же дана постановка задачи и описан общий подход к её решению. Используя за основу модель термомеханодиффузии для сплошной среды, с помощью обобщенного принципа виртуальных перемещений и гипотез балочной теории Бернулли-Эйлера, получена система уравнений, описывающая поперечные колебания балки с учетом тепломассопереноса. При этом учтено, что тепловые и диффузионные потоки распространяются с конечной скоростью. В целом, первая глава носит постановочный характер. Решение и анализ сформулированных здесь задач последовательно раскрывается в остальных главах диссертационной работы.

Во второй главе даётся постановка и приводится решение задачи о поперечных колебаниях шарнирно опертой балки, находящейся под действием сосредоточенных и распределенных изгибающих моментов, а также температурных и диффузионных возмущений. Предложен аналитический подход к решению рассматриваемых задач, основанный на использовании метода функций Грина. Для нахождения же самих функций Грина использовалось преобразование Лапласа и тригонометрические ряды Фурье.

Третья глава схожа по содержанию со второй с той, однако, разницей, что объектом исследования являются балки на упругом основании Винклера.

Четвертая глава посвящена исследованию нестационарных термомеханодиффузионных консольно закреплённых балок. Вначале подробно описывается алгоритм построения поверхностных и объёмных функций Грина для вспомогательной задачи, которая отличается от исходной задачи только граничными условиями. Эти граничные условия подбирается таким образом, чтобы её решение можно было найти аналитически с помощью преобразования Лапласа и разложения в тригонометрические ряды Фурье.

Далее строятся соотношения, связывающие правые части граничных условий обеих задач, и представляющие собой систему интегральных уравнений Вольтерры

1-го рода. Полученная система уравнений решается численно, с помощью квадратурных формул левых прямоугольников.

В конце каждой главы приводится ряд расчетных примеров, где рассматриваются различные виды внешних воздействий: распределённые и сосредоточенные, механические, температурные и диффузионные. По полученным графикам имеется возможность проанализировать эффекты взаимодействия механического, температурного и диффузионного полей в изгибаемых балках, а также оценить влияние конечной скорости распространения тепловых и диффузионных потоков на кинетику тепломассопереноса.

В заключении приведены основные выводы по работе, касающиеся исследования взаимного влияния механических, температурных и диффузионных полей друг на друга при различных видах внешних нагружений балок.

Научная новизна. С точки зрения постановки построения аналитических решений, все рассмотренные в работе задачи для ортотропных многокомпонентных балок являются новыми.

Достоверность полученных результатов обоснована строгостью математических формулировок задач, известных методов решения начально-краевых задач и строго доказанных утверждений.

По диссертации имеются следующие **замечания**:

1. При описании физических характеристик материала (стр. 44) не указано откуда берутся расчетные значения для времен релаксации тепловых и диффузионных потоков, которые указаны, например, на рис. 2.11 и 2.12;
2. Модель рассматривает диффузию точечных одномерных, хотя и различных по величине дефектов – атомов примесей, но система, являясь не монокристаллической, а поликристаллической может иметь линейные дефекты в виде дислокаций, которые могут образовывать облака дефектов, поэтому. Поэтому совсем ясно возможно ли использование предложенной модели для процессов трансляционной подвижности, т.е. массопереноса;
3. Судя по расчётам, взаимодействие полей в изгибаемой балке является достаточно слабым. Однако, для того чтобы делать однозначный вывод следует несколько разнообразить базу для численного эксперимента. Не

стоит ограничиваться одним единственным видом материала и одинаковым видом нагрузки (во всех расчётах рассматривается внезапно приложенная постоянная нагрузка в виде функции Хевисайда).

Тем не менее указанные замечания не снижают научной ценности представленной научной работы. В целом, диссертация Ле Ван Хао выполнена на высоком научном уровне, представляет собой законченную научно-квалификационную работу и удовлетворяет всем требованиям положения «О порядке присуждения ученых», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.

Основные результаты диссертации опубликованы в 21-й работе, 5 из которых – в рецензируемых журналах: 3 статьи – в журналах, рекомендуемых ВАК, 4 статьи – в журналах, входящих в международные системы цитирования Scopus и Web of Science.

Автореферат достаточно полно и правильно отражает содержание диссертации.

Ле Ван Хао заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8. – «Механика деформируемого твердого тела».

Официальный оппонент,

доктор физико-математических наук, профессор,

главный научный сотрудник,

заведующий лабораторией «Структурообразование

в дисперсных системах» института физической

химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН

119071, Москва, Ленинский проспект, д. 31, корп. 4

Телефон: +7-916-936-28-86

E-mail: lomovskoy49@gmail.com

Ломовской В.А.

06.09.2025

Подпись Ломовского Виктора Андреевича удостоверяю.

Ученый секретарь ИФХЭ им. А.Н. Фрумкина РАН

К.х.н.

Варшавская И.Г.

С отзывом
09.09.2025
ознакомлен
ИГ