

Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
Институт автоматизации
проектирования Российской
академии наук
(ИАП РАН)

123056, Москва, ул. 2-я Брестская, д.19/18
Телефон: (499)250-02-62
Факс: (499)250-89-28
E-Mail: icad@icad.org.ru

от 18.09.2025 № 116-10-2171/026
на № _____ от _____ г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИАП РАН, д.ф.-м.н.

И.С. Никитин



ОТЗЫВ

ведущей организации 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 фундаментальным и прикладным исследованиям в области решения нестационарных задач механики связанных полей, в частности, задач термомеханодиффузии. В работе исследуется взаимодействие нестационарных механических, диффузионных и температурных полей при изгибе балок, рассматриваемых в рамках теории Бернулли-Эйлера. Исследование включает в себя формулировку общей постановки задачи о нестационарных термоупругодиффузионных колебаниях балки и разработку методов решения начально-краевых задач, соответствующих заданным условиям нагружения и закрепления балки. Рассматриваются шарнирно опертые балки, консольно закреплённые балки и балки на упругом основании, подверженные механическим нагрузкам, а также тепловым и диффузионным воздействиям.

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

11 09 2025 г.

По сути, используемая в работе модель является расширением классических моделей упругости для балок, которая учитывает необратимость физических процессов, обусловленную наличием тепловых и диффузионных потоков. При этом предполагается, что распространение тепловых и диффузионных возмущений носит волновой характер, для описания которого используются уточненные модели тепломассопереноса на основе теории Лорда-Шульмана.

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения и списка цитируемой литературы, насчитывающей 114 источников, из них 42 иностранных, что говорит о том, что рассматриваемая проблема является **актуальной** не только в России, но и за рубежом. Основные результаты диссертации опубликованы в 21-й работе, 3 из которых – в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК, 4 статьи входят в международные системы цитирования Scopus, из которых две в журналах, входящих в Q1, одна в Q2 и одна в Q3.

В первой главе диссертации приводится аналитический обзор публикаций, посвящённых моделям механики связанных полей, в том числе моделям термомеханодиффузии с учётом релаксации диффузионных потоков. На основании обзора автор делает вывод о недостаточной на сегодняшний день проработанности проблемы в части построения аналитических решений вышеуказанных задач для тонкостенных элементов конструкций, в частности, для балок. Далее формулируется постановка задачи термомеханодиффузии для балок на основе гипотез Бернулли-Эйлера и обобщённого принципа виртуальных перемещений, а также даётся краткое описание алгоритма решения поставленных задач.

Вторая и третья главы посвящены изложению алгоритма решения задач об изгибе шарнирно опертых балок, в том числе балок на упругом основании Винклера, который основывается на использовании преобразования Лапласа и методе разделения переменных.

В конце приводится ряд расчетных примеров, которые позволяют проанализировать эффекты взаимодействия механического, температурного и

диффузионного полей в изгибаемых балках, а также оценить влияние релаксационных процессов на кинетику тепломассопереноса.

Четвертая глава посвящена решению задач об изгибе консольно закрепленных балок с учетом теплопереноса. Алгоритм основывается на использовании метода эквивалентных граничных условий, который заключается в том, что вначале рассматривается некоторая вспомогательная задача, решение которой ищется методом разделения переменных. Затем 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.

Как и во второй главе приводится ряд расчетных примеров, которые позволяют проанализировать эффекты взаимодействия механического, температурного и диффузионного полей в изгибаемой балке. Выполненные расчеты позволяют оценить влияние релаксационных процессов на кинетику тепломассопереноса.

В заключении приведены основные выводы по работе.

Научная новизна. Рассматриваемые в работе задачи являются новыми, носят как фундаментальный, так и прикладной характер. Разработанные постановки и предложенные алгоритмы является вкладом в развитие аналитических и численно-аналитических методов решения нестационарных задач механики связанных полей для тонкостенных элементов конструкций.

Достоверность полученных результатов обоснована строгостью математических формулировок задач, апробированных методов решения начально-краевых задач и строго доказанных утверждений. Проведено сравнение результатов с известными решениями задач теории упругости для балок. Подробно исследованы переходы к статическим моделям.

Практическая ценность состоит в том, что предложенные модели могут быть использованы для описания высокоинтенсивных технологических процессов (например, взрывное сваривание, электроискровая и лазерная обработка материалов, нанесение покрытий и т. д.), которые связаны не только

с большими тепловыми потоками и скоростями нагрева, но и с быстрым внедрением поверхностного материала или его отдельных компонентов, сопровождающимся изменением напряженно-деформированного состояния изготавливаемой конструкции.

Результаты исследований прошли **апробацию** на всероссийских конференциях и научных семинарах, проводимых ведущими российскими учеными в области механики деформируемого твердого тела, а также на международных научных конференциях (3-rd International Conference on Advanced Smart Materials and Structures (ASMaS-2024) (Viet Nam, 2024), V Международная научно-практическая конференция, посвященная 70-летию БИИЖТа-БелГУТа «Инновационное развитие транспортного и строительного комплексов» (г. Гомель, Беларусь, 2023)).

Автореферат имеет чёткую структуру и полностью отражает содержание диссертации. Материал изложен в ясной и доступной для понимания форме.

По диссертации имеются следующие **замечания**:

1. Судя по выполненным расчетам, наблюдается достаточно слабая взаимосвязь между взаимодействующими полями. Данное обстоятельство может быть вызвано неудачным выбором материала балки. Было бы желательно для демонстрации эффектов взаимодействия подобрать более чувствительный в плане термомеханодиффузии материал.
2. В работе тщательно исследованы предельные переходы к статическим моделям, и численные расчеты показали, что взаимосвязь физических полей при статических нагрузках проявляется гораздо слабее, чем при динамических нагрузках. Было бы полезным выполнить аналогичные исследования для стационарных (установившихся) режимов нагружения. В таких режимах возможен резонанс и было бы интересно посмотреть, как он влияет на связь механического, температурного и диффузионного полей.

Заключение по диссертационной работе. Указанные замечания не снижают научной ценности представленной научной работы. В целом, диссертация Ле Ван Хао является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на достаточно высоком научном уровне. Полученные результаты представляются достоверными, выводы и заключения вполне обоснованными.

Диссертация удовлетворяет всем требованиям положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., а Ле Ван Хао заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8. «Механика деформируемого твердого тела».

Настоящий отзыв обсужден и одобрен на семинаре отдела информатизации, математического моделирования и управления ИАП РАН, протокол № 01/07 от «10» июля 2025 года.

Главный научный сотрудник ИАП РАН,
д.ф.-м.н.



Андрущенко В.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт автоматизации проектирования Российской академии наук (ИАП РАН)

Адрес: 123056, Москва, ул. 2-я Брестская, д.19/18

Сайт: <https://icad.org.ru>

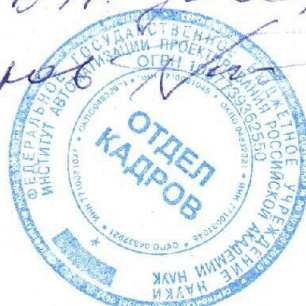
Телефон: +7 (499) 250-02-62

e-mail: i_nikitin@list.ru

Турчнев Андрущенко В.А. завершил
Начальник отдела кадров

Турчнев Т.В.

18.08.2025



С отзывом ознакомлен
22/9/2025
Адж