

ОТЗЫВ

официального оппонента Ермоленко Георгия Юрьевича на диссертацию Кальмовой Марии Александровны «Нестационарная механика радиальных осесимметричных термоэластостатических полей в длинном пьезокерамическом цилиндре», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела

Целью диссертационной работы является развитие нового теоретического подхода, связанного с расчетом длинного полого пьезокерамического цилиндра учитывающего связанности термоэластостатических полей в случае действия внешней нестационарной осесимметричной температурной нагрузки, а также проведение качественного и количественного анализа нестационарных процессов в исследуемых электроупругих системах.

Тема диссертации является, безусловно, актуальной. Развитие современных технологий позволяет разрабатывать приборы различного технологического назначения, работа которых основана на связанности температурных, электрических и упругих полей. Для повышения их функциональных возможностей возникает необходимость построения замкнутых решений соответствующих начально-краевых задач, которые позволяют описать сложные нестационарные процессы.

Для решения поставленных в работе задач используется гиперболическая теория термоэластостатики. Математическая модель, описывающая работу пьезокерамического длинного цилиндра, представляет собой систему несамосопряженных уравнений, которая включает дифференциальные уравнения движения, электростатики и теплопроводности, а также начально-краевые условия.

При исследовании несвязанной задачи используется обобщенный метод конечных интегральных преобразований, а при решении связанной задачи, в случае удовлетворения граничных условий теплопроводности 1-го и 3-го рода,

биортогональное конечное интегральное преобразование. В результате были построены замкнутые решения рассматриваемых задач в общем виде. Полученные расчетные соотношения реализованы в виде программного комплекса, который позволяет описать нестационарные процессы связанности термоэлектроупругих полей. Их анализ дает возможность дать практические рекомендации разработчикам пьезокерамических преобразователей, в которых индуцируемый электрический сигнал образуется в результате действия внешнего температурного поля.

В связи с этим считаю, что тематика работы актуальна, а ее результаты обладают большой практической значимостью.

Диссертационная работа Кальмовой Марии Александровны состоит из введения, пяти глав, заключения, списка используемой литературы и приложения общим объемом 142 страницы машинописного текста. Список использованных источников включает 123 наименования.

Наиболее существенные новые результаты, полученные автором в диссертации, связанные с расчетом длинного пьезокерамического цилиндра при использовании гиперболической теории термоэлектроупругости, состоят в следующем:

1. Построены новые решения несвязанной и связанной нестационарных осесимметричных задач в замкнутой форме при удовлетворении граничных условий теплопроводности 1-го и 3-го рода;
2. Разработана методика решения несвязанной динамической осесимметричной задачи обратного пьезоэффекта для пьезокерамического термоупругого цилиндра;
3. Проанализировано влияние температурного поля на напряженно-деформированное состояние и электрическое поле пьезокерамического элемента.

Диссертационная работа написана ясно и лаконично, приведено большое количество результатов численного моделирования, что, несомненно, следует отнести к ее достоинствам. Автор работы показал высокую математическую

квалификацию и умение довести сложные вычисления до практически важных результатов.

Достоверность результатов полученных в работе Кальмовой Марии Александровны подтверждается математической и физической корректностью разработанных моделей, использованием известных математических методов построения расчетных соотношений нестационарных начально-краевых задач, соответствием построенных решений физическому смыслу исследуемых процессов, а также соответствием результатам, полученным в частных случаях другими исследователями.

Практическая ценность определяется созданием программного комплекса, который может найти свое применение при проектировании преобразующих пьезокерамических элементов, входящих в состав измерительных устройств, в случае действия внешнего температурного воздействия. Результаты выполненных исследований нашли применение в инженерных расчетах, выполняемых проектным отделом ООО «СамараГазСтрой» при проектировании пьезоэлектрического актюатора.

По диссертации имеются следующие замечания:

1. При решении рассматриваемых задач термоэлектроупругости используется метод разложения по собственным вектор-функциям, в результате выражения для перемещения, потенциала и приращения температуры формируются в виде сумм бесконечных рядов. Однако, в работе не дана информация о количестве используемых членов этих рядов, а информация эта крайне важна для анализа сходимости рядов и для оценки погрешности полученных результатов.

2. В процессе приведения неоднородных граничных условий к однородным, используется процедура стандартизации, где вспомогательные функции определяются из условий упрощения исходных дифференциальных уравнений. Из текста диссертации не ясно, чем обусловлен такой выбор и могут ли данные функции иметь другую структуру.

3. В настоящей работе рассматривается пьезокерамика с гексогональной кристаллической решеткой. Непонятно, можно ли получить решение или вос-

пользоваться полученными данными в случае использования сегнетоэлектриков, имеющих другую структуру кристаллов.

4. В главе 4 при решении характеристического алгебраического уравнения 2-го порядка корни уравнения получились действительными. Могут ли корни быть комплексно-сопряженными и как это отразится на алгоритме решения?

Указанные замечания не снижают положительной оценки диссертации.

Основное содержание работы опубликовано в 17 работах, в том числе 3 работы в журналах, рецензируемых ВАК, 5 работ в журналах, рецензируемых Scopus и Web of Science. Диссертация прошла достаточную апробацию, её результаты докладывались на различных семинарах и конференциях. Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела, область исследований: п. 8. «Динамика деформируемого твёрдого тела. Теория волновых процессов в средах различной структуры»; п. 11. «Математическое моделирование поведения дискретных и континуальных деформируемых сред при механических, тепловых, электромагнитных, химических, гравитационных, радиационных и прочих воздействиях»; п. 12. «Вычислительная механика деформируемого твёрдого тела».

Считаю, что диссертационная работа Кальмовой М. А. «Нестационарная механика радиальных осесимметричных термоэластостатических полей в длинном пьезокерамическом цилиндре» представляет собой законченное научное исследование, в котором решена проблема, имеющая теоретическое и прикладное значение, связанная с расчетом длинного полого пьезокерамического цилиндра с учетом связанности термоэластостатических полей в случае действия внешней нестационарной осесимметричной температурной нагрузки.

Диссертационная работа Кальмовой Марии Александровны соответствует требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Кальмова Мария Александровна, заслуживает

присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности
1.1.8. Механика деформируемого твердого тела.

Ермоленко Георгий Юрьевич

г. Новороссийск, Мысхакское шоссе, 75.

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университета имени В.Г. Шухова» в г. Новороссийске.

Заведующий кафедрой технических дисциплин

Доктор технических наук по специальности 01.02.04. Механика деформируемого твёрдого тела

Доцент

e-mail: georgy12@yandex.ru.

Телефон: +79277624324

25.08.2023г.



/ Ермоленко Г.Ю./

Согласен на включение в аттестационное дело и дальнейшую обработку моих персональных данных, необходимых для процедуры защиты диссертации Кальмовой Марии Александровны.

Подпись Ермоленко Г.Ю. удостоверяю



лектор ЦФ
ИУ им. В.Г. Шухова
В. Мисюль