

ОТЗЫВ

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

Актуальность диссертационной работы Кальмовой М.А. связана с разработкой эффективных аналитических методов расчета термоэластостатических тел цилиндрической формы, которые широко применяются при создании различных диагностических приборов, например, бесконтактных термометров. Полученные в работе решения гиперболической теории термоэластостатичности для цилиндра позволяют выявить связи между характером внешнего температурного воздействия, процессом деформирования и величиной электрического поля. В ходе анализа связанных нестационарных физических полей даны рекомендации разработчикам пьезокерамических преобразователей, в которых индуцируемый электрический сигнал образуется в результате действия внешнего температурного поля.

Содержание диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка используемой литературы и приложения, общим объемом 142 страницы, содержит 106 рисунков, 2 таблицы и список литературы из 123 источников.

Во введении представлено обоснование актуальности работы и ее новизны, изложены теоретическая и практическая значимость работы, дано реферативное изложение содержания работы.

В первой главе дан обзор современного состояния изучаемой предметной области.

Во второй главе исследуется несвязанная динамическая осесимметричная задача термоэластостатичности для длинного полого пьезокерамического цилиндра в случае задания на его внутренней поверхности нестационарной температурной нагрузки в виде граничного условия 1-го рода, а на внешней ци-

линдрической поверхности – в виде граничного условия 3-го рода. Решение состоит из двух этапов. На первом этапе путем использования конечного интегрального преобразования Ханкеля решается несвязанная задача теплопроводности. На втором этапе с использованием вырожденного обобщенного конечного интегрального преобразования решается задача электроупругости с учетом известного температурного поля. Сформулированы практические рекомендации, позволяющие для пьезокерамического цилиндра определить скорость изменения внешней температурной нагрузки, при которой в расчетах необходимо учитывать инерционные эффекты.

Третья глава посвящена решению связанной динамической осесимметричной задачи термоэлектроупругости для длинного полого пьезокерамического цилиндра в случае задания на его цилиндрических поверхностях нестационарной нагрузки в виде граничных условий 1-го рода. Решение поставленной задачи строится на использовании вырожденного обобщенного конечного интегрального преобразования. Результаты расчета позволяют определить напряженно-деформированное состояние цилиндрических конструкций с учетом связанности термоэлектроупругих полей.

Четвертая глава посвящена построению решения связанной квазистатической осесимметричной задачи термоэлектроупругости для пьезокерамического цилиндра без учета сил инерции в случае задания на его цилиндрических поверхностях нестационарной нагрузки в виде граничных условий 1-го рода. Решение поставленной начально-краевой задачи строится на использовании вырожденного биортогонального интегрального преобразования. Сделан анализ влияния скорости изменения объема тела на температурное и электрическое поля.

В пятой главе исследуется несвязанная задача обратного пьезоэффекта для пьезокерамического термоупругого цилиндра. Рассмотрен случай действия на его лицевых поверхностях электрической нагрузки в виде разности потенциалов при заданной температуре окружающей среды. Исследование задачи строится в два этапа. На первом этапе с помощью вырожденного обобщенного ко-

нечного интегрального преобразования решается задача электроупругости без учета изменения температуры тела. На втором этапе исследования рассматривается задача теплопроводности с учетом известных функций перемещений и потенциала электрического поля. Решение строится методом конечных интегральных преобразований. В ходе вычислений выяснено, что при решении задач прямого и обратного пьезоэффекта можно не учитывать потери энергии на нагрев пьезокерамической конструкции.

В заключение диссертации сформулированы основные результаты, выносимые на защиту.

Достоверность результатов, полученных в диссертации Кальмовой М.А. основана на строгих постановках нестационарных задач термоэлектроупругости для цилиндрических тел, на использовании апробированных математических методов построения расчетных соотношений нестационарных начально-краевых задач, сравнением аналитических решений с результатами, полученных с помощью метода конечных элементов в пакете Ansys.

Научная новизна исследования заключается в разработке методов расчета термонапряженного состояния длинного полого пьезокерамического цилиндра при использовании гиперболической теории термоэлектроупругости в случае действия нестационарной осесимметричной температурной нагрузки.

Среди новых результатов, полученных в диссертации, можно выделить следующие:

1) Разработан алгоритм расчета и получено новое замкнутое решение связанной динамической осесимметричной задачи гиперболической термоэлектроупругости при удовлетворении граничных условий теплопроводности 1-го рода;

2) Получено новое замкнутое решение связанной квазистатической осесимметричной задачи гиперболической термоэлектроупругости при выполнении граничных условий теплопроводности 1-го и 3-го рода;

3) Разработан алгоритм расчета и получено новое замкнутое решение не связанной динамической осесимметричной задачи обратного пьезоэффекта для

термоупругого цилиндра. Проанализировано влияние температурного поля на механическое и электрическое поле пьезокерамического элемента.

Теоретическая и практическая значимость исследования. Представленные в диссертации результаты получены аналитическими методами в виде обобщенных конечных интегральных преобразований, что позволяет с высокой степенью точности дать количественную оценку связанности тепловых, электрических и механических полей пьезокерамических элементов конструкций различного назначения. Практическая ценность определяется возможностью создания программного комплекса, предназначенного для проектирования пьезокерамических элементов цилиндрической формы, входящих в состав измерительных устройств, в случае внешнего температурного воздействия. Разработанные алгоритмы нашли применение в инженерных расчетах, выполняемых проектным отделом ООО «СамараГазСтрой» при проектировании пьезоэлектрического актюатора.

Апробация работы, публикации, соответствие паспорту специальности. Основные результаты работы полностью отражены в 17 научных публикациях, в том числе 3 работах в журналах из перечня ВАК РФ, 5 работах в журналах, индексируемых в WoS и Scopus. Диссертация прошла достаточную апробацию, докладывалась на различных семинарах, всероссийских и международных научно-технических 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».

Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации.

По диссертации имеются следующие замечания:

1. В работе вычисления проводятся на основе гиперболической модели термоэлектроупругости. Однако в литературном обзоре по состоянию исследуемой проблемы, практически отсутствуют современные публикации, связанные с решением задач гиперболической термоэлектроупругости.

2. Во 2-5 главах проводится обезразмеривание поставленных задач, причем в каждой главе безразмерные формулы повторяются. Считаю, что формулы обезразмеривания достаточно было ввести только во 2-й главе, а в других главах на них ссылаться.

3. В диссертации рассматривается только один закон изменения тепловой нагрузки, введенный на с. 38 формулой (2.45). Чем обусловлен выбор именно такого закона теплового нагружения? Почему для сравнения не использовались другие законы изменения тепловой нагрузки, а также механическое нагружение цилиндра?

4. Обычно в качестве сенсоров и актуаторов выступают цилиндрические тела с относительно небольшой высотой, например, диски. Поэтому постановка задачи термоэлектроупругости для конечного цилиндра в отличие от бесконечного имеет гораздо большую практическую значимость.

5. В пятой главе рассматривается несвязанная задача обратного пьезоэффекта для пьезокерамического термоупругого цилиндра. Почему не исследована связанная задача?

6. Работа содержит также ряд опечаток и ошибок: 1) на с. 25 в первом уравнении (2.2); 2) на с. 29 в определении дельта-функции Дирака.

Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертации в целом.

Заключение по диссертации. Диссертационная работа Кальмовой М.А. «Нестационарная механика радиальных осесимметричных термоэлектроупругих полей в длинном пьезокерамическом цилиндре» является завершенным научно-квалифицированным трудом, выполненном на достаточно высоком научном уровне, в котором решена важная научно-техническая задача, связан-

ная с расчетом связанных термоэлектроупругих полей длинного полого пьезо-керамического цилиндра в случае действия нестационарной температурной нагрузки.

Считаю, что диссертационная работа Кальмовой Марии Александровны соответствует требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор, Кальмова Мария Александровна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела.

Я, Нестеров Сергей Анатольевич, даю согласие на включение моих персональных данных в аттестационные документы соискателя и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент:

кандидат физико-математических наук (01.02.04. Механика деформируемого твердого тела), старший научный сотрудник отдела дифференциальных уравнений Южного математический института - филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального научного центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук»

E-mail: 1079@list.ru

Тел. 8 (918) 507-33-40

Нестеров Сергей Анатольевич

↑
↓
04.08 13г.

Южный математический институт - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального научного центра «Владикавказской академии наук»

362025, Республика Северная Осетия-Алания, г. Владикавказ, 1

E-mail: smi.vsc.ras@yandex.ru

Тел. 8 (8672) 23-00-51

ного бюджетного
ый центр Россий-

ц, д. 53

Подпись Нестерова С.А. удостоверяю

