

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ошмарина Дмитрия Александровича
«Моделирование демпфирования колебаний smart-систем на основе пьезоэлектрических
материалов и электрических элементов»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности
1.1.8 – Механика деформируемого твёрдого тела

В различных областях техники, в современных конструкциях различного назначения большое значение приобретают, так называемые, интеллектуальные, или умные материалы (Smart-материалы), уникальные функциональные свойства которых, связаны с проявлением одной или нескольких физических (оптических, магнитных, электрических, механических) или физико-химических (реологических и др.) характеристик, значительно изменяющихся под влиянием внешних воздействий: давления, температуры, влажности, электрического или магнитного поля и др. Область применения таких материалов чрезвычайно широка - они используются, например, и в сенсорной технике, в дефектоскопии, и при проектировании «актуаторов», вызывающих контролируемое механическое действие на элементы конструкции при подаче контролирующего сигнала и пр. Значительное место среди интеллектуальных материалов занимают пьезоматериалы, что объясняется их высокими электромеханическими свойствами, относительной простотой технологии производства, высокой эффективностью и стабильностью в преобразовании механических полей в электрические (и наоборот), высокими удельными весовыми свойствами и пр.

Проблема моделирования процессов деформирования таких материалов является весьма сложной, ибо связана с учетом связности – взаимовлияния механических полей деформации материалов и электрических полей в обратимых и необратимых процессах. Вероятно, этим объясняется существенный недостаток в научных исследованиях, посвященных разработке адекватных моделей деформирования пьезоматериалов, несмотря на общее большое количество публикаций в этой области.

Поэтому, несомненно *актуальной* в научном отношении, а также в отношении приложений является тема диссертационной работы Ошмарина Дмитрия Александровича, посвященной разработке методов математического моделирования smart-материалов на основе пьезоэлементов и электропроводящих деформируемых материалов, обеспечивающих их оптимальные свойства, разработке соответствующих алгоритмов численной реализации и пакета прикладных конечно-элементных программ.

Судя по автореферату, основное содержание работы излагается в четырех главах диссертации. Во введении обосновывается актуальность темы, формулируется цель исследований, показывается научная новизна результатов и их практическая значимость. Основная научная часть работы излагается в главе 1 и связана с развитием модели динамического деформирования и в целом электромеханического состояния неоднородной пьезоэлектрической среды с учетом эффектов связности механических и электрических полей. Необходимо здесь отметить, что полнота, корректность математической постановки и инвариантность модели гарантируется использованием вариационного подхода. Это, несомненно, следует отнести к *достоинствам научной части* работы, ибо определяет ее *новизну и оригинальность*.

Прикладная значимость приведенных исследований связана с построением алгоритма численной реализации задачи о колебаниях электрозвязкоупругих тел с элементами электрической цепи методом конечных элементов (глава 2). Судя по автореферату, новизна этой части работы определяется не только с численным моделированием динамики кусочно-однородных электрозвязкоупругих тел, но и учетом их взаимодействия с внешними электрическими цепями произвольной конфигурации.

Считаю, что научную и практическую значимость имеют также исследования, связанные с разработкой методики и алгоритма оптимизации конфигурации упругой системы с пьезоэлементами на основе решения задачи о собственных колебаниях кусочно-однородных электроупругих тел (глава 3).

Наконец, прикладные результаты (глава 4), полученные для конкретных типов конструкций показывают эффективность предложенных методов и алгоритмов, так как позволяют утверждать, что параметры электрических цепей, найденные на основе предложенного решения задачи о собственных колебаниях, обеспечивают реализацию более высоких показателей демпфирования, чем параметры, найденные на основе методики передаточных функций. Предлагаются эффективные варианты smart-системы на основе пьезоэлементов, что указывает на большую практическую значимость исследований.

Достоверность полученных результатов подтверждается использованием корректных математических методов, верификацией полученных решений и алгоритмов, сопоставлением с результатами, полученными другими методами, а также широким спектром численных экспериментов, демонстрирующими сходимость решения.

По автореферату можно сделать некоторые замечания.

1. В конце стр. 9 автор пишет, что «Вывод вариационного уравнения динамического деформирования пьезоэлектрических элементов осуществляется с использованием процедуры метода Галеркина.»

Более точно, вероятно следовало бы сказать, что вариационная модель строится на основе принципа возможных перемещений (6) (справедливого для обратимых и необратимых процессов). Метод же Галеркина не следовало бы здесь упоминать, ибо он используется для построения приближенного решения (а не для построения теоретической модели).

2. Во вспомогательных выражениях к формуле (9) вместо $i=L,C,R$ вероятно, следовало бы писать $q_i = L,C,R$. Здесь же не приводится список обобщенных переменных. В последнем предложении сразу после формул (11), следовало бы сослаться на (12), (16), (17), но не на (13), (14)

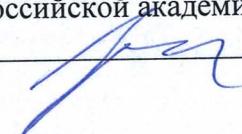
Сделанные замечания являются техническими и не влияют на высокую оценку научной и прикладной значимости работы.

Автореферат написан хорошим научным языком, позволяет сделать выводы о комплексе проведенных научных исследований и о полученных научных и прикладных результатах.

Без сомнения, представленная диссертация Ошмарина Дмитрия Александровича «Моделирование демпфирования колебаний smart-систем на основе пьезоэлектрических материалов и электрических элементов» по форме и содержанию соответствует критериям, предъявляемым Высшей аттестационной комиссией при Минобрнауки Российской Федерации в отношении кандидатских диссертаций, которые установлены пунктами 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Ошмарин Дмитрий Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8–Механика деформируемого твердого тела

Дата 07.12.2022

Главный научный сотрудник лаборатории неклассических моделей механики композитных материалов и конструкций Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт прикладной механики Российской академии наук, доктор технических наук, профессор

 Лурье Сергей Альбертович

Подпись Лурье С.А. заверяю

Ученый Секретарь Института прикладной механики РАН,
канд. физ.-мат. наук



Я, Лурье Сергей Альбертович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Адрес: 125040, г. Москва, Ленинградский проспект, д. 7.

E-mail: iam@iam.ras, <mailto:inbox@skoltech.ru>tel./факс: +7(499)946-18-06, моб телефон: +7903-794-72-79