

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Храмцова Алексея Михайловича
«Напряженно-деформированное состояние
взаимодействующих элементов пьезоактюатора»,
представленную на соискание учёной степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела

Актуальность темы

Диссертационная работа Храмцова А.М. посвящена разработке математических моделей, описывающих напряженно-деформированное состояние элементов корпуса и конструкции пьезоактюатора. Полученные в рамках данной работы результаты могут быть использованы при разработке ряда пьезодвигателей отечественного производства для систем прецизионного позиционирования. В частности, на основе разработанных расчетно-вычислительных моделей могут быть оптимизированы конструкция пьезоактюатора, материалы элементов корпуса и режимы работы под воздействием инерционной массы. Актуальность диссертационной работы Храмцова А.М. подтверждается тем, что она соответствует приоритетному направлению развития науки, технологий и техники в Российской Федерации «7. Транспортные и космические системы» и Перечню критических технологий Российской Федерации, утвержденным Указом Президента РФ от 07.07.2011 № 988. Кроме того, работа выполнена при поддержке проекта ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014–2020 годы», соглашение о предоставлении субсидии от 23 сентября 2014 г. № 14.578.21.0060, приоритетное направление «Транспортные и космические системы».

Степень обоснованности научных положений и выводов, сформулированных в диссертации

Для верификации математических моделей был разработан испытательный стенд и проведены экспериментальные исследования динамических режимов работы пьезоактюатора под нагрузкой. Результаты проведенных экспериментальных испытаний показали, что предлагаемые математические модели корректно отражают физику процесса работы колебательной системы пьезоактюатора. Частотные характеристики вибросмещения, полученные по методу конечных элементов в программном комплексе Ansys являются наиболее точными и имеют расхождение с экспериментом в 5–8 %, а одномерная математическая модель на основании метода электрических аналогий имеет расхождение с экспериментом 10–15 %.

Достоверность и научная новизна исследования диссертационной работы

Математические модели разработаны с учетом физико-механических характеристик пьезоактюатора АПМ-2-7 из материала ЦТС-46 серийно выпускаемого отечественным производителем АО «НИИ «Элпа».

Научная новизна отражена в следующих результатах:

1. Предложен метод решения задачи о напряженно-деформированном состоянии взаимодействующих элементов конструкции пьезоактюатора во всех режимах работы, включая переходные процессы при пуске и останове системы;
2. Создана расчетно-вычислительная модель, позволяющая определять резонансные режимы в конструкции пьезоактюатора на этапе эскизного проектирования, учитывающая взаимодействие элементов конструкции;
3. Разработан уникальный испытательный стенд, позволяющий проводить электромеханические испытания конструкций пьезоактюаторов отечественного и зарубежного производства.

Значимость результатов диссертационной работы для науки и практики

Предложен подход разработки математической модели для создания различных типоминималов пьезопроводов начиная с этапа эскизного проектирования. Использование результатов работы позволяет сократить затраты времени и материалов при изготовлении опытных партий образцов, что в значительной степени удешевляет разработку новых изделий. Практическая значимость подтверждается финансовой поддержкой исследований, указанной выше.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Все предложенные соискателем методы расчета могут быть применены при разработке систем прецизионного позиционирования на основе многослойных пьезокерамических актюаторов линейного типа российского и зарубежного производства. Результаты работы имеют существенное значение для всех организаций, занимающихся разработкой, производством и эксплуатацией аналогичного оборудования.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа содержит 135 страниц, включает 4 главы и список литературы из 68 наименований.

В первой главе рассмотрены результаты состояния предметной области разработки конструкций и методов изготовления многослойных пьезоэлектрических актюаторов. Определены основные эксплуатационные параметры. Приведены области применения пьезоактюаторов. Проведен анализ тенденций мирового развития разработок и производства пьезоактюаторов.

Вторая глава посвящена разработке трехмерной конечно-элементной модели колебательной системы линейного пьезопровода при помощи программного комплекса Ansys. Рассчитаны оптимальные контактные механические пары

конструкции пьезоактюатора и получены частотные характеристики актюатора при работе на различные инерционные нагрузки.

Третья глава посвящена разработке одномерной математической модели на основании метода электрических аналогий и произведен расчет состояний колебательной системы линейного пьезопривода при работе на разных режимах и с различной инерционной нагрузкой.

В четвертой главе проводится верификация моделей путем сравнения расчетных и экспериментальных данных. Представлен уникальный испытательный стенд для испытаний режимов работы пьезоактюатора под нагрузкой.

Основные результаты опубликованы в 17 печатных статьях, в том числе 2 статьи в журналах, входящих в перечень ВАК, 3 статьи в зарубежных электронных изданиях, индексируемых Web of Science и Scopus.

Диссертационная работа Храмцова Алексея Михайловича является законченной научной квалификационной работой, где последовательно и аргументировано излагаются основные этапы разработки моделей, описывающих НДС пьезокерамического актюатора линейного типа. Предложен испытательный стенд для верификации расчетных моделей и проведения испытаний.

Автореферат и публикации правильно и с достаточной полнотой отражают содержание диссертации. Текст самой работы и автореферата написаны грамотным техническим языком, стиль изложения ясный, приведено достаточное количество графического материала и пояснений к нему.

Недостатки в содержании и оформлении диссертационной работы

В качестве замечаний к работе следует отметить:

1. Исследование было бы более полным при наличии расчетных и экспериментальных данных для большего числа номиналов инерционных масс, действующих на пьезоактюатор.

2. В постановке задачи при задании граничных условий указана сила, действующая на толкатель (преднагрузка), хотя далее проводится конечно-элементный расчет, в котором в качестве преднагрузки используется резиновая прокладка.

3. В работе определение «пьезопакет» пересекается с определением «пьезоактюатор», так, например, в автореферате на Рис. 1.1 указана структура пьезопакета, а не пьезоактюатора.

4. Одномерная математическая модель на основе метода электрических аналогий изначально создавалась для расчета состояний механоакустической колебательной системы, но в итоговых результатах представлены расчетные и экспериментальные данные для диапазона частот от 200 до 1400 Гц.

Указанные недостатки не снижают общей положительной оценки работы.

Актуальность, новизна и перспективность темы, логичное изложение большого экспериментального материала, комплексное использование математических методов расчета, обоснованность результатов и выводов убеждают в том, что рецензируемая диссертационная работа «Напряженно-деформированное состояние взаимодействующих элементов пьезоактюатора» соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, а ее автор Храмцов Алексей Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Официальный оппонент,
кандидат физико-математических наук
(01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела),
доцент кафедры механики и графики
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего образования «Томский государственный
университет систем управления и радиоэлектроники»
(634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 40;
+7 (3822) 510-530; office@tusur.ru;
http://www.tusur.ru), доцент

Григорий Евгеньевич Уцын

28.08.2017 г.

Подпись Г.Е. Уцына ученый секретарь ТУСУР



Е. В. Прокопчук