

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

### **ОБЪЕДИНЕННОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 999.122.02**

созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» и федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Министерства науки и высшего образования РФ по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение объединенного диссертационного  
совета от 20.12.2019 г. протокол № \_\_\_\_\_

О присуждении Ратмановой Олесе Викторовне, гражданке РФ ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Связанные осесимметричные задачи динамики для круглых биморфных пьезокерамических пластин» по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела» принята к защите 4 октября 2019 г. (протокол заседания № 4) объединенным диссертационным советом Д 999.122.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования РФ, 443100, Самара, Молодогвардейская 244 и федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Министерства науки и высшего образования РФ, 443086, Самара, Московское шоссе, 34, приказ Минобрнауки РФ №45/нк от 30.01.2017 г.

Соискатель Ратманова Олеся Викторовна, 1994 года рождения. В 2017 г. соискатель окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный технический университет» по направлению 08.04.01 «Теория сооружений» и в этом же году поступила в аспирантуру по специальности 01.02.04 «Механика деформируемого твердого тела» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет», где обучается по настоящее время. Работает в должности ассистента кафедры «Строительная механика и сопротивление материалов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования РФ.

Диссертация выполнена на кафедре «Строительная механика и сопротивление материалов» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования РФ.

Научный руководитель – доктор технических наук Шляхин Дмитрий Аверкиевич, ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», кафедра «Строительная механика и сопротивление материалов», заведующий кафедрой.

**Официальные оппоненты:**

– Лычев Сергей Александрович, доктор физико–математических наук, доцент, ФГБУН «Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук», лаборатория «Механика технологических процессов», ведущий научный сотрудник;

– Овчинников Игорь Георгиевич, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина», кафедра «Транспортное строительство», профессор

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь, в своем положительном отзыве, утвержденным Коротаевым Владимиром Николаевичем, д.т.н., профессором, первым проректором - проректором по научной и инновационной работе, подписанным Аношкиным Александром Николаевичем, д.т.н., профессором, кафедра «Механика композиционных материалов и конструкций», заведующим кафедрой и Паньковым Андреем Анатольевичем, д.ф.–м.н., профессором, кафедра «Механика композиционных материалов и конструкций», профессором, указала, что в работе разработана новая аналитическая методика расчета осесимметричных связанных нестационарных начально–краевых задач электроупругости для пьезоэлектрических слоистых систем, позволяющая исследовать динамические процессы в пьезокерамических биморфных круглых пластинах постоянной и переменной толщины.

Ведущая организация рекомендовала использовать разработанную методику в организациях, занимающихся моделированием и экспериментальным изучением биморфных пьезокерамических пластин и многослойных конструкций, в частности, МГУ имени Ломоносова, ИМСС УрО РАН, СПбГУ, МИСиС, ПНИПУ.

Заключение содержит следующие замечания: 1) из обзора литературы не ясно, каким образом построенные решения позволяют уточнить известные результаты расчета; 2) при постановке и решении рассматриваемых задач не учитывается электропроводность элементов и, как следствие, релаксация электрических зарядов и эффект демпфирования; 3) при постановке задач необходимо более детально описать

объект исследования, используемые термины и класс симметрий пьезокерамического материала; 4) необходимо обосновать возможность использования полученного решения для расчета пьезокерамики с системой симметрии отличной от гексагональной; 5) следует конкретнее сформулировать преимущество разработанной методики по сравнению с известными решениями.

**Соискатель имеет 14 опубликованных работ по теме диссертации**, из них 8 статей – в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК, в том числе, 4 статьи – в международных журналах, индексируемых в базах цитирования Web of Science и Scopus, и 6 тезисов докладов и статей в сборниках трудов конференций.

Публикации соискателя посвящены аналитическому решению новых связанных осесимметричных начально–краевых задач электроупругости для многослойных сплошных конструкций. Опубликованные работы отражают все основные положения диссертации. В работах, выполненных в соавторстве, вклад соискателя является определяющим при постановке начально–краевых задач, построении решений, анализе результатов расчета, формулировке выводов и рекомендаций. Суммарный объем принадлежащего соискателю опубликованного материала по теме диссертации составляет 3,29 печатных листов. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

#### **Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:**

1. Shlyakhin D.A., Ratmanova (Kazakova) O.V. A dynamic axially symmetric goal and its extended solution for a fixed rigid circular multi-layer plate// Procedia engineering. Elsevier BV. – 2016. – Vol.153. – P.662-666. DOI:10.1016/j.proeng.2016.08.219

2. Shlyakhin D.A., Ratmanova O.V. The task of direct piezoeffect for a bimorph plate// MATEC Web of Conferences, XXVII R-S-P Seminar 2018, Theoretical Foundation of Civil Engineering. EDPSciences. – 2018. – Vol.196. DOI:10.1051/mateconf/201819601006.

3. Шляхин Д.А., Ратманова О.В. Вынужденные осесимметричные колебания круглых многослойных биморфных пластин //Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки. – 2017. - №4. – С.773-785. DOI:10.14498/vsgtu1564

4. Шляхин Д.А., Ратманова О.В. Оптимальное конструктивное решение круглых многослойных биморфных пластин// Инженерный журнал: наука и инновации. «Электрон. научно–техническое издание». Изд-во: МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2019. – №1 (85). – С.1-15. DOI:10.18698/2308-6033-2019-1-1844.

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы официальных оппонентов.**

В отзыве официального оппонента, **Лычева Сергея Александровича**, д.ф.–м.н., доцента, ФГБУН «Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук», ведущего научного сотрудника лаборатории «Механика технологических процессов» в качестве замечаний отмечается недостаточно полное описание деталей численной реализации построенных решений, связанных: с

вычислением спектральных параметров и соответствующих им функций, сходимостью спектральных разложений, с погрешностью результатов расчета при приближенном описании краевых условий. Рекомендовано при дальнейшем развитии данной тематики использовать асимптотические разложения при численной реализации построенных решений.

В отзыве официального оппонента, **Овчинникова Игоря Георгиевича**, д.т.н., профессора, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина», профессора кафедры «Транспортное строительство» сформулированы следующие замечания: в задачах прямого пьезоэффекта не выполняется условие эквипотенциальности электродированных поверхностей пьезокерамических пластин; требуется более детальное описание процедуры стандартизации задач с неоднородными краевыми условиями; автором рассматриваются только осесимметричные задачи в линейной постановке, что ограничивает область применения построенных решений; необходимо более детально описать натурный эксперимент.

**На автореферат поступили 7 положительных отзывов от:**

1. Д.т.н. Л.И. Могилевичаи д.т.н. В.С. Попова, профессоров кафедры «Прикладная математика и системный анализ» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет») (г. Саратов). В замечаниях указано на использование в работе линейной теории электроупругости без подтверждения выполнения условия малых деформаций, соответствующего данному подходу.

2.Д.т.н. В.Н. Хмелева, профессора, зам. директора по научной работе ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» Бийский технологический институт (филиал), (г.Бийск). В замечаниях отмечено, что не совсем понятен выбор приведенной поверхности, относительно которой построено решение при исследовании начально–краевой задачи для биморфного преобразователя ступенчато переменной толщины.

3. Д.т.н. Н.И. Лимановой, доцента, зав. кафедрой «Информационные системы и технологии» ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникации и информатики» (г. Самара). Замечания касались вопроса о возможности и целесообразности исследования пластины другой толщины, а такжевыбора величины радиуса–раздела электродов на лицевой поверхности пьезопластины.

4. Д.т.н. В.В. Филатова, доцента, профессора кафедры «Строительная и теоретическая механика» ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (г.Москва). В замечаниях указано, что вопрос о возможности расчета преобразователя другой формы не поднимался.

5. Д.т.н. В.А. Антипова, профессора, профессора кафедры «Наземные транспортно-технологические средства» ФГБОУ ВО «Самарский государственный

университет путей сообщения» (г. Самара). В замечаниях отмечено, что из текста автореферата непонятно преимущество конструкции ступенчато переменной толщины по сравнению с системой, у которой радиусы подложки и пьезокерамической пластины совпадают.

6. Д.т.н.В.А. Крысько, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, заведующего кафедрой «Математика и моделирование» и к.ф.-м.н., И.В. Папковой, доцента кафедры «Математика и моделирование» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» (г. Саратов). В замечаниях указано на отсутствие в автореферате: данных о зарубежных ученых, занимающихся решением аналогичных задач; сравнения полученных аналитических решений с результатами исследования других авторов.

7. Д.ф.-м.н. В.А. Козлова, доцента, зав. кафедрой строительной механики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» (г. Воронеж). В замечаниях по автореферату указано об отсутствии сравнительного анализа полученных результатов с известными решениями.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** их высокой компетентностью в области решения нестационарных начально-краевых задач теории упругости, электроупругости, что подтверждается публикациями в научных изданиях в сфере исследования соискателя, а также наличием в ведущей организации диссертационного совета Д 999.211.02 по данной специальности.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

– **разработан** новый теоретический подход к решению проблемы динамического расчета круглых многослойных пьезокерамических пластин при действии электромеханической нагрузки, который в отличие от существующих методов позволяет проводить качественный и количественный анализ связанных электроупругих процессов в трехмерной постановке;

– **предложена** новая методика расчета линейных осесимметричных начально-краевых задач электроупругости, позволяющая получать точные замкнутые решения для тел конечных размеров;

– **доказана** перспективность использования разработанных алгоритмов при проектировании типовых элементов промышленных пьезокерамических преобразователей резонансного и нерезонансного классов.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

– **доказана** методика исследования начально-краевых задач для круглых пьезокерамических многослойных пластин постоянной и переменной толщины;

– **применительно к проблеме диссертации** эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов, использован аппарат аналитического исследования в виде обобщенного метода конечных интегральных преобразований,

позволяющий получать новые решения динамических краевых задач в наиболее общем виде;

– **изложена** методика расчета круглых многослойных электроупругих пластин переменной толщины при нестационарном осесимметричном силовом и электрическом нагружении;

– **раскрыты** новые связи между характером внешнего воздействия и процессом деформирования пьезокерамических элементов конструкций;

– **изучено** влияние индуцируемого электрического поля на частотный спектр и компоненты вектора перемещений в пьезокерамических телах;

– **проведена модернизация** существующих математических моделей для расчета тонких круглых биморфных пластин переменной толщины, позволившая более точно описать их напряженно–деформированное состояние.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

– **разработана и внедрена** методика расчета пьезокерамического датчика давления на предприятие ООО «Интеб» (г. Самара), позволяющая рационально выбирать его геометрические и механические характеристики, что дает возможность существенно сократить количество натурных экспериментов;

– **определены** перспективы прикладного использования построенных замкнутых решений при проектировании электроупругих элементов различного назначения;

– **создан** программный комплекс для расчета многослойных пьезокерамических систем, позволяющий получать рациональное конструктивное решение при исследовании задач прямого и обратного пьезоэффектов;

– **представлены** методические рекомендации по использованию построенных решений при анализе работы биморфной конструкции резонансного класса в промышленных приборах.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

– **для экспериментальных работ** получен необходимый объем опытных данных и выполнено их сравнение с результатами из независимых источников;

– **теория** основана на линейных законах механики деформируемого твердого тела и электродинамики;

– **идея базируется** на использовании апробированного аналитического подхода неполного разделения переменных в виде метода конечных интегральных преобразований в решении задач электроупругости;

– **использованы** современные методики обработки экспериментальной информации на основе методов математической статистики и теории планирования эксперимента, позволяющие уменьшить количество испытаний;

– **установлено** качественное и количественное совпадение авторских результатов с данными, представленными в независимых источниках по данной тематике;

**Личный вклад соискателя состоит в:**

– постановке и решении новых начально–краевых задач прямого и обратного пьезоэффектов для многослойных круглых пьезокерамических пластин постоянной и переменной толщины;

–разработке алгоритма программного обеспечения, анализе численных результатов расчета, создании практических рекомендаций по проектированию пьезокерамических преобразователей энергии;

– обработке экспериментальных данных по определению частот собственных колебаний, полученных лично автором;

– непосредственном участии в подготовке всех основных опубликованных работ по результатам диссертации: вклад соискателя является определяющим при постановке начально–краевых задач, построении решений, анализе результатов расчета, формулировке выводов и рекомендаций.

На заседании 20 декабря 2019 года диссертационный совет принял решение присудить Ратмановой О.В. ученую степень кандидата технических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела» за решение научной задачи по разработке методики расчета круглых биморфных пьезокерамических пластин при произвольном нестационарном силовом и электрическом воздействии, имеющей значение для развития механики деформированного твердого тела.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 9 докторов наук по специальности 01.02.04, участвующих в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали:

- за присуждение ученой степени – 15 человек;
- против присуждения ученой степени – 0 человек;
- недействительных бюллетеней – 0 шт.

Председатель диссертационного  
совета Д 999.122.02



Клебанов Яков Мордухович

Секретарь диссертационного  
совета Д 999.122.02

Луц Альфия Расимовна

20 декабря 2019 г.