

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по научной и
исследовательской деятельности
ФГАОУ ВО «Южный федеральный
университет»,

д-р хим. наук

А.В. Метелица

2019 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» на диссертационную работу Мякишевой Ольги Александровны «Динамические задачи акустического зондирования слоистых упругих материалов», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

1. Актуальность темы диссертационной работы

Представленная работа посвящена решению краевых задач динамической теории упругости, возникающих при исследовании волновых процессов в слоистой упругой пластине, погруженной в акустическую среду, при работе бесконтактного ультразвукового излучателя. Целью данной работы является создание эффективных математических и компьютерных моделей и исследование на их основе процессов возбуждения и распространения объемных, бегущих, а также вытекающих волн в связанной системе: слоистый упругий волновод – акустическая среда – источник. Актуальность данных исследований определяется важными практическими приложениями

ультразвуковых поверхностных акустических волн (ПАВ) в системах постоянного волнового контроля состояния элементов тонкостенных конструкций в задачах звуко- и виброизоляции или гидроакустической скрытности, разработке ультразвуковых систем определения и контроля механических свойств новых материалов, и многих других областей науки и техники.

2. Научная новизна исследования и полученных результатов

Главным элементом новизны представленных в работе исследований является анализ распределения энергии источника между возбуждаемыми прошедшими, отраженными и бегущими волнами, определение параметров работы источника, обеспечивающих максимизацию энергии волн требуемого типа, а также асимптотические представления отраженных и прошедших объемных волн в дальней зоне с учетом сближения стационарной точки с полюсом вытекающих волн Лэмба.

3. Обоснованность и достоверность полученных результатов и выводов

Обоснованность и достоверность полученных теоретических и прикладных результатов и выводов обеспечивается использованием современного математического аппарата механики деформируемого твердого тела, применяемого для формулировки краевых задач, математической строгостью методов их решения, сравнением с результатами, полученными другими авторами в рамках иных моделей, и сопоставлением с экспериментальными данными.

4. Научная и практическая ценность основных положений диссертации

Научная ценность работы заключается в построении и компьютерной реализации полуаналитических и асимптотических представлений решения рассматриваемых краевых задач, в том числе – и для пластин с усложненными

физико-механическими свойствами, анализе на этой основе распределения энергии источника между возбуждаемыми прошедшими, отраженными и бегущими волнами, определении параметров работы бесконтактного источника, обеспечивающих максимизацию энергии волн требуемого типа, в первую очередь – бегущих волн, используемых в системах постоянного волнового контроля состояния элементов тонкостенных конструкций. Практическая ценность диссертационного исследования состоит в том, что полученные результаты могут быть использованы при проектировании и реализации систем ультразвукового неразрушающего контроля и систем вибро- и звукоизоляции, а также для определения упругих свойств и идентификации дефектов по характеристикам регистрируемых волн с учетом взаимодействия с внешней средой.

5. Соответствие автореферата диссертации

Автореферат соответствует требованиям ВАК и в достаточной степени отражает основное содержание диссертации.

Структура и содержание работы

Диссертационная работа Мякишевой О.А., выполненная в Кубанском государственном университете, по содержанию и структуре отвечает научно-квалификационной работе на соискание ученой степени кандидата наук. Работа состоит из введения, 4 глав, заключения и списка литературы. Полный объем диссертации составляет 110 страниц текста, включая 37 рисунков. Библиографический список содержит 160 наименований литературных источников.

Во введении даётся общая характеристика работы, отмечены отечественные и зарубежные ученые, внесшие значительный вклад в развитие теории и подходов к решению задач структурной акустики и распространению упругих волн в различных структурах, указывается актуальность проводимых исследований, обсуждаются существующие подходы к решению задач,

рассматриваемых в работе, и оставшиеся нерешенные проблемы в исследуемой области, формулируются цели и задачи исследований, а также дается краткое описание содержания работы. Также приведены публикации автора по теме диссертации, разделение научных результатов, список конференций, на которых были представлены основные результаты, дано описание структуры работы.

В первой главе диссертации в рамках линейной теории упругости формулируются динамические краевые задачи для тел, погруженных в акустическую среду. В общей трехмерной постановке выводится функция Грина для многослойного анизотропного упругого слоя, погруженного в акустическую среду. В случае однородного изотропного слоя искомые функции выписаны в явном виде. Приводится описание математических моделей источников: точечный, круговой горизонтальный и наклонный источники.

Вторая глава посвящена описанию интегрального подхода, который используется для решения рассматриваемых краевых задач динамической теории упругости. Приводятся интегральные представления волновых полей. В случае изотропного материала двукратные интегралы сведены к однократным. Для верификации разработанной модели приводятся сопоставления с экспериментальными и численными результатами других авторов.

В третьей главе исследуются дисперсионные свойства погруженного упругого волновода. Проводится численный анализ поведения моды A_0 в низкочастотном диапазоне. На основе ранее полученных интегральных представлений для волновых полей выводятся асимптотические формулы в дальней от источника зоне. Асимптотика бегущих волн строится в соответствии с леммой Жордана и теорией вычетов, также учитывается вклад интегралов по разрезам. Методом стационарной фазы получено асимптотическое представление в дальней от источника зоне для отраженного и прошедшего акустических полей в виде сферических волн. Также строятся асимптотические представления, учитывающие сближение стационарной точки

и почти вещественного полюса. Приводятся сопоставления с численными результатами других авторов для полупогруженной упругой пластины.

В четвертой главе анализируются энергетические характеристики волновых полей на основе построенного в предыдущих главах их представления через функцию Грина. Проводится сравнение полученных результатов с результатами других авторов. Анализируется зависимость осредненного за период колебаний количества энергии, переносимой каждой из возбуждаемых волн различного типа (акустические объёмные волны, вытекающие волны Лэмба и волны Шолте-Стоунли), от относительных размеров источника, расстояния до пластины и частоты, а также структура энергетических потоков и пространственное распределение волновой энергии. Подробнее рассматриваются обратные волны и резонансные эффекты. Показано изменение кривых в комплексной плоскости, по которым движутся полюса обратной волны. Рассмотрены энергетические свойства вытекающих обратных волн.

В заключении приведены основные результаты диссертационной работы.

Публикации основных результатов диссертации в научной печати

Основные результаты исследований, выполненных по теме диссертации, опубликованы в 14 печатных работах, из них 3 работы опубликованы в журналах, указанных в перечне ВАК, из них 2 работы – в журналах индексируемых в базах Web of Science и Scopus (первая и вторая квартиль). Еще 6 работ опубликованы в журналах, индексируемых в Scopus, а остальные в прочих печатных изданиях. Также получено 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, что приравнивается к публикациям из перечня ВАК.

Замечания по диссертационной работе

1. В диссертации приведено достаточно графиков для погруженного однородного изотропного слоя, но мало примеров для анизотропных материалов. Было бы очень интересно и полезно проанализировать результаты для многослойных материалов с разной анизотропией слоев.

2. В параграфе 3.1.3 приводится асимптотика бегущих волн (3.2), не корректно применять слово «асимптотика» к этому выражению, поскольку оно содержит интеграл. Логичнее было бы построить асимптотику и этого интеграла.

В целом указанные замечания носят рекомендательный характер и не ставят под сомнение основные результаты выполненной диссертационной работы.

Заключение о соответствии диссертации требованиям Положения о присуждении ученых степеней

На основании проведенного обсуждения диссертационная работа Мякишевой О.А. может быть оценена как законченный научный труд, который вносит заметный вклад в изучение волновых процессов в слоистой упругой пластине, погруженной в акустическую среду. Представленная научная квалификационная работа выполнена на высоком профессиональном уровне. Полученные в диссертации результаты полностью отвечают поставленной цели и задачам. Диссертация написана хорошим научным языком и аккуратно оформлена.

Диссертационная работа Мякишевой О.А. «Динамические задачи акустического зондирования слоистых упругих материалов» удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-14 Положения «О присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в ред. постановления Правительства РФ от 01.10.2018 г. № 1168), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Мякишева О.А. заслуживает присуждения искомой ученой

степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Отзыв подготовлен профессором кафедры теоретической и компьютерной гидроаэродинамики ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», доктором физико-математических наук (специальность 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела), Сумбатином Межлумом Альбертовичем (344090, г. Ростов-на-Дону, ул. Мильчакова 8-А, тел. +7 (863) 297-51-14 доб.113, e-mail: sumbat@math.rsu.ru).

Отзыв обсужден и утвержден на заседании кафедры теоретической и компьютерной гидроаэродинамики Института математики, механики и компьютерных наук им. И.И. Воровича ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» (протокол № 2 от 22.10.2019 г.).

Зав. кафедрой теоретической и компьютерной гидроаэродинамики Института математики, механики и компьютерных наук ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
д-р физ.-мат. наук, доцент

Цибулин Вячеслав Георгиевич



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Личную подпись Цибулина В. Г.

ЗАВЕРЯЮ:

Специалист по работе с персоналом
I категории Ширшова М. В.
« 8 » ноября 20 19 г.