

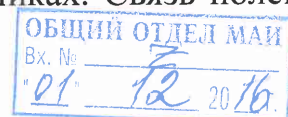
В диссертационный совет Д 212.125.05
при ФГБОУ ВО "Московский
авиационный институт (национальный
исследовательский университет)" МАИ
125993, г. Москва, А-80, Волоколамское
шоссе, д. 4

ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертацию Вестяка Владимира Анатольевича
"Двумерные нестационарные волны в электромагнитоупругих телах с
плоскими или сферическими границами", представленной на соискание
ученой степени доктора физико-математических наук по специальности
01.02.04 – "Механика деформируемого твердого тела"**

В современной технике в последние годы широкое практическое применение находят элементы конструкций, функционирующие на эффекте связанности механических и электромагнитных полей. Работы, посвященные подобной тематике рассматривались в основном в постановках отдельного взаимодействия механических полей с электрическими, магнитными или температурными. И если по электроупругости или термоупругости и даже электротермоупругости в литературе встречаются законченные результаты, то по тематике неустановившегося взаимодействия электромагнитных и упругих полей такие публикации можно встретить в единичных работах. Следовательно, исследования в области нестационарной электромагнитоупругости на сегодняшний день несомненно являются актуальными.

В первой главе автором проводится обзор по тематике диссертации. В обзоре упоминаются основные монографии и журнальные статьи, имеющие отношение к теме диссертации за последние десятилетия. Представлена общая постановка задач связанной термоэлектромагнитоупругости, линеаризованной относительно некоторого начального состояния, из которой выводится замкнутая система для изотермических процессов в изотропных проводниках. Связь полей



осуществляется за счёт силы Лоренца и обобщённого закона Ома. На основании этого приведены системы уравнений соответствующих двумерных задач в декартовой и сферической системах координат.

Во второй главе приведена постановка задачи об электромагнитоупругой полуплоскости, находящейся под действием нестационарных поверхностных нагрузок. Она исследуется с использованием преобразований Лапласа по времени и Фурье по пространственной координате. Основная проблема заключается в нахождении оригиналов. Для ее решения автору удалось привести исходную краевую задачу к системе рекуррентных задач с помощью разложения искомым функций в степенные ряды по малому параметру связи электрического и механического полей. Решения задач записываются в интегральной форме с ядрами, являющимися функциями Грина, для которых отдельно решаются задачи для электромагнитной и упругой частей. Оригинал функции Грина электромагнитной составляющей находится точно. Для построения поверхностных и объёмных функций Грина упругой части задачи применён специальный алгоритм нахождения оригинала, основанный на их аналитическом представлении. Это позволяет находить точные решения новой вспомогательной для общей связанной проблемы задачи о движении упругой полуплоскости под действием объёмной силы. В заключении главы приводятся подробные алгоритмы решения общих связанных задач о распространении двумерных нестационарных поверхностных кинематических или электрических возмущений в электромагнитоупругой полуплоскости, использующие уже найденные ранее функции Грина.

Результаты главы 2 представляются новыми. Автору удалось справиться с достаточно громоздкой аналитикой и получить ряд точных решений, в частности задач о нестационарном движении упругой полуплоскости под действием объёмных сил и о нахождении электромагнитного поля в движущейся по заданному закону полуплоскости.

В третьей главе ставится связанная задача о распространении нестационарных поверхностных возмущений в электромагнитоупругой толстостенной сфере. Метод решения основан на разложении в ряды по собственным функциям оператора линейной теории упругости с последующим представлением коэффициентов последних в виде степенных рядов по малому параметру, что позволяет свести исходную краевую задачу к рекуррентной последовательности задач, каждая из которых исследуется независимо. Для их решения дополнительно потребовалось рассмотреть такие новые вспомогательные задачи как нахождение электромагнитного поля в движущейся по заданному закону сфере и о нестационарном движении упругой сферы под действием заданных объёмных сил, что само по себе является отдельным важным результатом.

При решении этих задач, помимо сложностей, связанных с обращением преобразования Лапласа, возникает дополнительная проблема нахождения функции Грина электромагнитной части задачи. Предложено вместо нестационарной функции Грина искать её квазистатический аналог. Для нахождения оригиналов ядер упругой части задачи предложен специальный алгоритм, основанный на представлении искомым функций через элементарные с последующим разложением в ряд по экспонентам, что в дальнейшем позволило найти точно их оригиналы с помощью стандартных теорем ТФКП. В завершении главы приводятся алгоритмы решения общей связанной осесимметричной задачи и её частного случая - задачи о радиальных колебаниях толстостенной сферы под действием нестационарных поверхностных возмущений. Приводятся сравнения точного решения с аналогичной задачей, где трансформанты ядер обращались численно.

Помимо решённой связанной задачи глава 3 представляет из себя интересный результат в части нахождения точных решений, в том числе новых нестационарных связанных задач в двумерной постановке для толстостенной сферы.

В четвёртой главе поставлена задача о нестационарных колебаниях электромагнитоупругого пространства со сферической полостью под действием поверхностных возмущений. Задача решается аналогичными главе 3 методами, с той разницей, что в отличие от толстостенной сферы в силу ограниченности ядер интегральных представлений коэффициентов рядов их выражения через элементарные функции не содержат экспонент в знаменателе, что упрощает алгоритм обращения. Дополнительно решены необходимые для итоговой связанной проблемы вспомогательные задачи о нахождении электромагнитного поля в движущемся пространстве со сферической полостью и задача о нестационарном движении упругого пространства со сферической полостью под действием объемных сил.

В пятой главе рассматривается электромагнитоупругий шар под действием нестационарных поверхностных возмущений. По аналогии с главами 3 и 4 строится алгоритм решения общей связанной задачи электромагнитоупругости для шара. Параллельно решён ряд вспомогательных, но в тоже время новых задач. В частности исследованы нестационарное движение упругого шара под действием объемных сил и электромагнитное поле в движущемся по заданному закону шаре.

В целом считаю, что предложенный и реализованный в работе подход является новым научным достижением в области нестационарной связанной электромагнитоупругости. В отличие от традиционных методов в построении связи между упругими и электромагнитными полями в задачах для пьезоматериалов нестандартным является характерное именно для проводников построение взаимной связи полей с помощью силы Лоренца, обобщённого закона Ома и введения безразмерного параметра, связывающего характеристики электромагнитного и механического полей. Параллельно решён и ряд новых указанных выше задач механики деформируемого твёрдого тела.

Результаты работы могут быть использованы при построении новых решений для тел канонической геометрии, таких как бесконечный толстостенный и сплошной цилиндры, бесконечный слой и т.д. Отмечу стремление автора к

нахождению именно точных решений для соответствующих линейных постановок без использования традиционных в такого рода задачах численных методов, а так же хорошее владение математическим аппаратом теории обобщённых функций и методами ТФКП применительно к проблемам механики деформируемого твёрдого тела.

В достоверности результатов диссертации нет сомнения, поскольку при нахождении результатов использованы классические методы операционного исчисления, теории обобщённых функций, обыкновенных дифференциальных уравнений и традиционные численные методы интегрирования. Кроме этого, результаты глав 4 и 5 с помощью предельных переходов постоянно сравнивались с ранее полученными решениями в главе 3. В главе 3 точное решение одномерной задачи сравнивалось со специально полученным численным решением для аналогичного материала.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Судя по списку литературы в диссертации и автореферате основные её результаты опубликованы в 54 работах, 13 из которых – в журналах из списка, рекомендованного ВАК РФ. Официально зарегистрирована 1 компьютерная программа.

По работе имеются следующие замечания.

1. Учет в общей системе уравнений температуры, безусловно, представляется полезным, однако для общих целей работы является лишним.
2. В работе отсутствует оценка точности используемого квазистатического решения электродинамической части.
3. В тексте имеются опечатки: перед формулой (1.2.18) вместо слова “имеет” должно быть слово “имеют”; перед формулами (2.1.13) и (3.1.12) пропущен предлог “из”; перед формулой (5.4.8) два раза написано “в силу”.

Несмотря на указанные замечания считаю, что диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям по специальности 01.02.04 «Механика деформируемого твёрдого тела», а её автор, Вестяк В.А., заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по указанной специальности.

Официальный оппонент,
доктор физико-математических наук, профессор,
академик РАН, заведующий кафедрой
«Математическое моделирование» ФГБОУ ВО
«Кубанский государственный университет»



Бабешко Владимир Андреевич

350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149

Телефон: 7(988) 2471943

E-mail: babeshko41@mail.ru

Подпись Бабешко Владимира Андреевича
заверяю

