



**МОСКОВСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА  
(МГУ)**

Ленинские горы, д.1, Москва, ГСП-1, 119991,  
Тел.: (495)939-10-00, факс: (495)939-01-26

*исх. 575-16/013-03 от 15.04.2016*

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор Московского университета

д.ф.-м.н., проф. А.А. Федянин



«            » апреля 2016 г.

**Отзыв**

ведущей организации Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова на диссертацию Комиссаровой Татьяны Николаевны «Исследование влияния магнитных полей на динамические характеристики тонкостенных элементов конструкций», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры.

Принцип работы многих приборов и деталей машин в современной электротехнике и энергетическом машиностроении основан на физических явлениях различной природы. Поэтому при проектировании элементов таких приборов необходимо создавать мультидисциплинарные математические модели. Наиболее часто используемой при создании подобных конструкций является взаимосвязь механических и электромагнитных явлений. Картина взаимодействия этих явлений довольно сложна и ее можно рассматривать на основе анализа совместной системы уравнений движения упругой среды и уравнений электромагнитного поля.

Как правило, основными параметрами, необходимыми для проектирования конструкций, работающих в электромагнитных полях, являются характеристики колебательных режимов. При этом наиболее распространенными типами конструкций являются пластины и оболочки. Достаточно простых и надежных теоретических моделей, описывающих колебания пластин и оболочек в магнитном поле, предложено не было.

Таким образом, актуальность диссертационной работы определяется необходимостью решения важной прикладной научно-технической задачи, посвященной расчету и проектированию элементов конструкций типа пластин и оболочек, находящихся в магнитных полях, применяемых в конструкциях электрических аппаратов и машин.

В связи с вышеизложенным, диссертация Комиссаровой Т. Н., направленная на создание методики расчета спектра собственных частот и форм колебаний, а также исследование устойчивости ферромагнитных пластин и оболочек в магнитных полях, представляется весьма **актуальной**.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, основных выводов, списка литературы и приложений. Работа включает 110 страниц машинописного текста, 6 таблиц, 32 рисунка. Список цитированной литературы содержит 89 наименований.

Во введении обоснованы актуальность темы диссертации, ее новизна и практическая ценность, сформулирована цель работы и приведено ее краткое содержание.

**В первой главе** проводится обзор литературных источников, посвященных вопросам поведения тонкостенных элементов конструкций в магнитных полях, в той или иной степени связанных с предметом настоящих исследований, приведено краткое описание результатов работ представителей школ магнитоупругости. Приводятся основные гипотезы и уравнения колебаний пластин и оболочек в магнитном поле, изложенные в монографиях С.А.Амбарцумяна, Г.Е. Багдасаряна, основные положения асимптотического метода В.В. Болотина (АМБ).

**Во второй главе** исследованы колебания прямоугольных ферромагнитных пластин во внешнем поперечном магнитном поле. На основе АМБ разработана методика определения частот и форм колебаний пластин в поперечном магнитном поле с различными краевыми условиями. Приведено численное сравнение частот колебаний пластин, рассчитанных по модели конечно проводящего и диэлектрического ферромагнитного материала. При анализе спектров частот колебаний пластин установлено, что поперечное магнитное поле понижает собственные частоты колебаний конечно проводящих и диэлектрических пластин, изготовленных из ферромагнитных материалов.

**В третьей главе** рассматривается задача колебаний прямоугольных ферромагнитных пластин в продольном магнитном поле. Частоты и формы колебаний пластин вычислены по методике, представленной во второй главе. Установлено, что влияние продольного магнитного поля на собственные частоты колебаний пластин аналогично влиянию поперечного магнитного поля.

**В четвертой главе** проводится исследование устойчивости плоской формы равновесия ферромагнитной пластины, находящейся в поперечном магнитном поле с гармонически изменяющейся индукцией внешнего магнитного поля, а также устойчивости пластины, сжатой переменными силами и находящейся в постоянном магнитном поле. Проведено исследование параметрических магнитоупругих колебаний пластины. Построены границы главного параметрического резонанса, проведен анализ влияния индукции заданного внешнего магнитного поля на основные характеристики параметрических колебаний пластины. Установлено, что в

случае диэлектрического ферромагнитного материала, магнитное поле увеличивает ширину главной области динамической неустойчивости и понижает устойчивость пластины.

**Пятая глава** посвящена исследованию колебаний круговых цилиндрических ферромагнитных оболочек в магнитном поле, создаваемом постоянным линейным током, протекающим по оси оболочки. Получены соотношения для частот собственных колебаний и индукции внешнего магнитного поля, приводящего к потере статической устойчивости оболочки, а также рассчитаны эмпирические и асимптотические плотности частот оболочки. Магнитное поле приводит к понижению собственных частот колебаний оболочек, выполненных как из ферромагнитных, так и из немагнитных материалов.

Таким образом, автором получены следующие важные результаты, имеющие безусловную **научную новизну**:

- В работе впервые получены аналитические решения для расчета частот колебаний прямоугольных ферромагнитных пластин с различной комбинацией краевых условий.

- Исследовано влияние поперечного и продольного магнитного поля на спектры частот колебаний прямоугольных ферромагнитных пластин с различными условиями закрепления краев.

- Получены условия потери статической и динамической устойчивости пластин в магнитном поле.

- Получены соотношения для собственных частот и асимптотической плотности собственных частот колебаний круговых цилиндрических оболочек в магнитном поле, определены соотношения для индукции внешнего магнитного поля, приводящего к потере статической устойчивости оболочки.

- На основании полученных в работе аналитических соотношений разработан программный комплекс для проектирования и расчета динамических характеристик упругих пластин и оболочек в магнитных полях.

**Практическая значимость** диссертационной работы Комиссаровой Т. Н. заключается в следующем:

- Полученные в работе результаты позволяют уточнить существующее представление о характере поведения тонкостенных элементов конструкций в продольном и поперечном магнитном поле.

- Разработанная в диссертации методика расчета собственных частот может быть использована при проектировании и расчете динамических характеристик тонкостенных элементов конструкций типа пластин и оболочек в магнитных полях, при проектировании магнитоуправляемых элементов электрических аппаратов и приборов, магнитоуправляемых контактов (герконов).

- Результаты диссертационной работы использованы и внедрены в учебном процессе на кафедре «Динамика и прочность машин», для научных

исследований на кафедре «Электрических и электронных аппаратов», в ЗАО "Аэрокосмический мониторинг и технологии".

**Достоверность** полученных результатов обеспечивается корректной постановкой задач, применением прикладных математических методов, современных программных средств и сравнением полученных теоретических результатов с экспериментальными исследованиями, полученными другими исследователями и приведенными в научных публикациях.

**В качестве замечаний по диссертационной работе следует отметить следующее:**

1. Методики получения соотношений для собственных частот колебаний ферромагнитных пластин в поперечном и продольном магнитных полях, изложенные во второй и третьей главах соответственно, полностью аналогичны. Представляется рациональным не повторять два раза одни и те же выкладки, а привести вывод соотношений, универсальный для расчетов частот колебаний пластин в поперечном и продольном магнитных полях.

2. Следовало бы проводить выкладки в безразмерной форме не только в последней главе диссертации, но и во всех предыдущих главах.

3. Было бы желательно уточнить приведенные во второй и третьей главах выводы о том, что для технически реальных величин индукции магнитного поля различия в значениях собственных частот колебаний диэлектрических и конечно проводящих пластин не существенны. Так, из рисунков 2.3 и 2.4 на стр. 37 следует, что с увеличением толщины пластины резко возрастает различие частот колебаний диэлектрической и конечно проводящей пластины. Следовало бы установить критическое значение толщины пластины, при котором различия значений частот, полученных по данным двум моделям, становятся существенными.

4. Имеется ряд редакционных замечаний.

Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации Комиссаровой Т.Н. Автореферат соответствует содержанию диссертации. По теме диссертации опубликовано 16 печатных работ, 5 из которых размещены в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Также материалы работы были представлены на 9 научных конференциях, в том числе на 8 международных.

**Заключение.** Оценивая совокупность результатов, полученных в диссертации, их научную и практическую значимость, можно квалифицировать диссертационную работу Комиссаровой Т.Н. как самостоятельную завершённую научную работу, содержащую решение актуальной задачи исследования влияния магнитных полей на динамические характеристики тонкостенных элементов конструкций, используемых в перспективных электрических аппаратах и машинах. Предложенное решение имеет существенное значение для ряда машиностроительных и электротехнических отраслей промышленности.

Диссертационная работа Комиссаровой Т.Н. на тему "Исследование влияния магнитных полей на динамические характеристики тонкостенных элементов конструкций" отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры.

Коровайцева Екатерина Анатольевна, канд. тех. наук, старший научный сотрудник лаборатории динамических испытаний НИИ механики МГУ имени М.В. Ломоносова

Почтовый адрес: 119192, Москва, Мичуринский проспект, дом 1, НИИ механики МГУ

Телефон: 8(495)939-55-12, E-mail: [katrell@mail.ru](mailto:katrell@mail.ru)



Е.А. Коровайцева

Диссертация и отзыв рассмотрены, а отзыв утвержден на заседании секции «Упругость и пластичность» Ученого совета НИИ механики МГУ. Протокол № 4/16 от 06.04.2016 г.

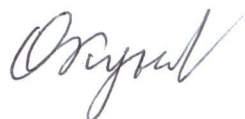
Председатель секции Совета,  
Доктор физико-математических наук, профессор



Р. А. Васин

Подписи Р. А. Васина и Е.А. Коровайцевой заверяю

Директор НИИ механики МГУ, академик РАЕН



Ю. М. Окунев

119192, Москва, Мичуринский проспект, дом 1, НИИ механики МГУ  
Телефон 8(495)9393121, E-mail: [common@imec.msu.ru](mailto:common@imec.msu.ru)