

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

о диссертации Хватова Александра Александровича
«Методы теории Флоке для анализа распространения упругих волн в твёрдых
телах с периодической структурой»,
представленной на соискание учёной степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твёрдого тела»

Общая характеристика работы

В диссертации рассмотрены задачи, возникающие при анализе эффекта виброизоляции, возникающего в твёрдых телах с периодической структурой. А именно, рассмотрены задачи, приводящие к анализу спектра непрерывной периодической структуры. Как справедливо отмечено в тексте, первые работы в этой области принадлежат D.J.Mead. Из отечественных авторов отмечены классические работы Ю.И. Бобровницкого.

В первых двух главах рассмотрены задачи в классической постановке. Рассмотрена последовательность моделей, расположенных по возрастанию порядка дифференциального оператора по координате. Также рассмотрена связь дискретного спектра ячейки и непрерывного спектра периодического упругого твёрдого тела.

В третьей главе предпринята попытка обобщить полученные результаты на задачу в полярных координатах. Рассмотрены различные варианты постановки приближённой задачи в полярных координатах.

В четвёртой главе рассмотрена последовательность приближений, приводящих к задаче о периодическом упругом слое. Рассмотрены особенности, возникающие при анализе о задаче об упругом слое.

Текст диссертации в целом производит впечатление законченного исследования и соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёных степеней.

Актуальность темы

Системы с геометрической конфигурацией, повторяющейся в пространстве (периодические структуры) имеют широкое распространение в технике (железнодорожный транспорт, судостроение, авиационная промышленность и др.). Развитие теории расчета таких конструкций, находящихся под воздействием динамических нагрузок, является актуальной задачей.

Основные научные результаты, степень их обоснованности и новизны

Наиболее интересными результатами работы представляются следующие:

1. Найденные соответствия между дискретным спектром симметричной ячейки с симметричными граничными условиями (в терминах диссертации условия типов А и В) и непрерывным спектром периодической структуры. А также метод получения граничных условий с помощью условий биортогональности.

2. Анализ задачи о твёрдом теле с периодической структурой в полярных координатах и построенную в рамках диссертации теорию типа брэгговских волокон. Подход, описанный в диссертации, позволяет расширить круг задач, рассматриваемых в современных исследованиях, и может рассматриваться как опорная точка для дальнейшего развития данной теории.
3. Полученное разложение на композитные моды существенно расширяет возможности для анализа спектра периодических упругих твёрдых тел, а именно, позволяет говорить с одной стороны о частотах отсечки композитного волновода, а с другой стороны о частотной области применимости той или иной модели твёрдого тела.

Основные результаты диссертации достаточно подробно изложены в статьях (в том числе, в трёх статьях в журнале *Journal of Sound and Vibration*, входящем в кватиль Q1 *Web of Science* и *Scopus* по механике твёрдого тела и акустике) и докладывались на всероссийских и международных конференциях.

Замечания

1. В работе рассмотрены только бикомпонентные структуры. При этом не рассмотрены эффекты, возникающие в случае, когда периодичность достигается более сложной структурой. К примеру, более сложная структура повторения материалов или когда присутствует периодически комбинированное изменение материала и формы.
2. Недостаточно внимания уделено сравнению приближённых задач в полярных координатах. В частности, недостаточно обоснован выбор условий периодичности для приближённого и точного решений.
3. Граничные условия для симметричной ячейки в задаче о радиально-периодической мембране в силу того, что соответствие проверено только приближённо для большого радиуса, вообще говоря, могут быть выбраны различными способами. Выбор граничных условий зависит в том числе и от порядка аппроксимации. Не ясно, можно ли сказать о каком-то принципе, позволяющем выбрать граничные условия для задачи о симметричной ячейке, которые дают наиболее близкие к границам полос запираания собственные частоты.
4. Не слишком подробно представлен алгоритм выделения мод для многомодовых волноводов. В частности, не описан переход от полиномов высокого порядка к произведению квадратных полиномов и аналогичный переход к сомножителям для дискретного спектра. Всегда ли моды можно выделить однозначно?
5. В работе не приведено сравнение с классическими дискретными моделями упругих твёрдых тел. Например, с классическими моделями масс на пружинах, использованными Л. Бриллюэном, и в более поздних работах, в том числе и достаточно современных или же моделями дискретной упругой среды, описанными в книгах И.А. Кунина.

6. Соединения в работе считаются идеальными. При этом случай неидеальных соединений в работе не упомянут. Что происходит с границами полос запираания при неидеальном соединении? Какие существуют модели и способы аналитического и численного моделирования неточностей в соединении?

Данные замечания не снижают общей ценности работы.

Заключение

Считаю, что диссертация Хватова Александра Александровича соответствует п.9 «Положения о присуждении учёных степеней», а её автор заслуживает присвоения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твёрдого тела».

Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации.

Официальный оппонент

Директор Института проблем машиностроения РАН
– филиала ФГБНУ «Федеральный исследовательский
Центр Институт прикладной физики
Российской академии наук»

доктор физико-математических наук,
профессор



Ерофеев Владимир Иванович

11.09.2020

603024, г. Нижний Новгород, ул. Белинского, дом 85
email: erof.vi@yandex.ru

Подпись Ерофеева Владимира Ивановича заверяю:
Ученый секретарь ИИМ РАН,
к.т.н., доцент



Е.А. Мотова