

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию
Кисель Екатерины Сергеевны
«Динамические задачи термоупругости
для кусочно-неоднородных тел с негладкой границей»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого
твердого тела

Актуальность темы

Поскольку проведение экспериментальных исследований достаточно сложное, дорогостоящее и требует больших временных затрат, то важность математического и компьютерного моделирования поведения деформируемых конструкций очевидна. Несмотря на достаточно давнюю историю исследований задач термоупругости работы по данной тематике, посвященные развитию численно-аналитических методов решения динамических задач термоупругости с учетом особенностей механических и температурных полей, остаются до сих пор актуальными.

Можно также отметить, что задачи термоупругости сложнее аналогичных задач теории упругости. В связи с этим, подходы, применяемые для исследования задач теории упругости, часто напрямую не переносятся на задачи термоупругости и требуют дополнительного развития. Поэтому распространение метода суперпозиции на решение связанных задач термоупругости для кусочно-однородных тел продолжало оставаться актуальной задачей.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Автор достаточно корректно использует известные научные методы обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций. В первом разделе диссертационной работы автором изучены теоретические положения других авторов, работавших над проблемами установившихся колебаний кусочно-однородных упругих и термоупругих тел. Для анализа поставленных задач автором используются известные краевые задачи теории термоупругости. Проверка точности выполнения граничных условий при помощи полученных

компонентов волнового поля является одним из основных этапов подтверждения достоверности формулируемых результатов.

Положения теории основываются на известных достижениях фундаментальных и прикладных научных дисциплин, грамотно используется математический аппарат, корректно вводятся новые понятия. В частности, адекватность разработанной методики и численные результаты, полученные в работе с использованием построенных решений краевых задач, сопоставлены с численными результатами метода конечных элементов, полученными с использованием программного комплекса ANSYS.

Проведено исследование сходимости численных решений в зависимости от степени дискретизации пространственных и плоских областей и параметров сходимости применяемых асимптотических методов. Основные результаты диссертации в должной степени опубликованы и апробированы.

Оценка новизны и практической ценности полученных результатов

В качестве новых научных результатов можно отметить: результаты анализа влияния температурного фактора и неоднородности на волновые характеристики и природу краевых эффектов в телах с составными сечениями; введение и обоснование понятие параметра локальной особенности по термоупругим напряжениям, характеризующего характер разрывов напряжений в сингулярных точках; создание расчетной схемы для численного исследования кусочно-однородной термоупругой области прямоугольной формы.

Для адекватного описания процессов динамического деформирования тел составного сечения предложены специальные виды вспомогательных задач, основанные на свойствах нормальных мод каждой из подобластей сечения. В работе разработан эффективный метод, основанный на обобщении метода суперпозиции для задач термоупругости для составных прямоугольных областей.

Одной из наиболее важных черт развитого подхода является возможность априорной оценки асимптотического поведения неизвестных дополнительных функций, характеризующих вспомогательные задачи. Указанные функции представляют собой граничные значения механических характеристик и температуры. Асимптотический анализ характера их особенности позволяет

определить интенсивность концентрации напряжений и температуры в опасных зонах сечения и ввести важные характеристики этого процесса, названные в работе параметрами локальной особенности. Их значения определяются термоупругими характеристиками стыкуемых сред составного сечения.

Найдены определяющие уравнения для расчета этих параметров для случаев сопряжения различных термоупругих изотропных сред. Предложенная методика позволяет определить все характеристики динамического напряженно-деформируемого состояния.

К практической ценности представленной работы следует отнести:

- обоснование, разработку и применение метода суперпозиции для решения задач связанной термоупругости при динамическом нагружении однородных и кусочно-неоднородных тел, моделирующих характерные для современной техники термонагруженные узлы соединений, детали с покрытиями и композитные элементы;
- выделение параметров, определяющие характер концентрации термоупругих напряжений в проблемных зонах сечения прямоугольных в плане деталей, что может позволить на этапе проектирования подбирать упругие свойства стыкуемых материалов, составляющих сечение.

Полученные результаты могут быть рекомендованы для применения в инженерной практике при проектировании составных элементов конструкций в условиях эксплуатационных и технологических воздействий.

Общие замечания по диссертационной работе и автореферату

1. Знакомство с диссертацией и с авторефератом позволяет в данном отзыве привести замечания и по автореферату. По-видимому, при сокращении текста в автореферате появились помарки по сравнению с диссертационной работой. Так, в автореферате нет расшифровки важной для понимания работы аббревиатуры ПЛО, и только в диссертации на стр. 8 сообщается, что ПЛО – это «параметры локальной особенности». На стр. 7 автореферата в (1) используется обозначение η , для которого нет поясняющей формулы. Таблица 1 на стр. 13 автореферата не описана.

2. В работе рассматриваются частные краевые задачи термоупругости при установившихся колебаниях. В главе 2 исследуемой областью является прямоугольник, а в главе 3 – составной прямоугольник, симметричный относительно своих срединных линий. Граничные условия в обоих случаях

являются также симметричными относительно срединных линий, причем задаются ненулевые нормальные напряжения, нулевые касательные напряжения и конвективный теплообмен на всех границах с нулевой температурой внешней среды. Массовые силы и тепловые источники в дифференциальных уравнениях термоупругости предполагаются нулевыми. Не ясно, можно ли распространить предлагаемые подходы на более сложные краевые задачи термоупругости, хотя бы на несимметричные составные прямоугольники и при других видах внешних воздействий. В частности, совсем не рассмотрены ненулевые температурные воздействия. Между тем, очевидно, что особенности решений во многом определяются особенностями геометрии области и граничными условиями. Поэтому при изменениях постановок задач изменятся и особенности решений.

3. При анализе задач термоупругости не видна роль параметров термоупругой связанности. В частности, не указано, когда этой связанностью можно пренебречь и достаточно решать только упругую задачу.

4. При анализе собственных частот в таблице 3.1 приводятся их вещественные значения. Между тем, собственные частоты при термоупругих колебаниях должны быть комплексными, поскольку термоупругая связанность приводит к диссипации энергии.

5. Сравнение численных результатов, полученных различными методами, корректнее проводить не по абсолютным изменениям, а по относительным. Также при численных решениях нужно приводить полную информацию о параметрах численного решения (например, для решений по МКЭ – типы элементов, параметры конечно-элементной сетки, используемые решатели и пр.)

Указанные замечания не затрагивают основных результатов диссертационной работы и не влияют на общую положительную оценку работы Е.С. Кисель.

Заключение

Диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на достаточно высоком научном уровне. В работе приведены научные результаты, позволяющие квалифицировать их

как существенно новые. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Работа базируется на достаточно большом числе исходных данных, примеров и расчетов. Она написана доходчиво, грамотно и аккуратно оформлена. По каждой главе и работе в целом сделаны четкие выводы.

Автореферат в целом соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертационная работа отвечает критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор Кисель Екатерина Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Официальный оппонент,

главный научный сотрудник

Института математики, механики и компьютерных наук им. И.И. Воровича

Южного федерального университета,

доктор физико-математических наук

по специальности 01.02.04 Механика деформируемого твердого тела,

профессор

Наседкин Андрей Викторович

15.11.2018

344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105/42,

Институт математики, механики и компьютерных наук,

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»

<http://www.mmcs.sfedu.ru>

Тел.: +7(863) 297-52-82

E-mail: nasedkin@math.sfedu.ru

