

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Царенко Сергея Николаевича на тему «Численно-аналитические исследования динамики и устойчивости неклассических моделей упругих стержневых конструкций», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела

1. Структура и объем диссертации

Диссертационная работа содержит введение, семь разделов, заключение и список литературы из 362 источников, изложена на 314 страницах (включая библиографический список), содержит 101 иллюстрацию и 9 таблиц. Изложение материала четко подчинено раскрытию поставленной цели и задач исследования.

2. Актуальность темы диссертационной работы

Модели статического и динамического деформирования упругих стержней нашли широкое применение в инженерной практике расчета объектов машиностроения, строительства, биомеханики и пр. Они используются, как для непосредственного решения тех или иных прикладных задач, так и в создании теоретических основ для целого ряда методологических разработок. При этом используются, как аналитические, так численные и приближенные методы решения задач, но в отличие от разнообразных численных подходов, аналитические дают более полное представление о механизме деформирования и степени влияния характеристик модели на его параметры. Также точные решения представляют интерес в качестве критериев оценки различных приближенных решений, полученных с помощью методов Релея-Ритца, Бубнова-Галеркина, конечных разностей, конечных элементов, дифференциальных квадратур и др. В литературе проблема статического и динамического расчета стержней с осевой неоднородностью физико-механических свойств, в особенности, как систем с распределенными и сосредоточенными параметрами, не представлена системным подходом. Те задачи на основе аналитических решений, которые встречаются в литературе,

как правило, не имеют методической основы, а носят узкую направленность в контексте решения конкретной краевой задачи.

Поиск новых решений в аналитической форме, а также развитие методов статического и динамического расчета является актуальной проблемой современной теории моделирования и расчета упругих стержневых систем.

3. Степень обоснованности научных выводов положений и рекомендаций

Обоснованность полученных результатов подтверждается корректной постановкой задач, применением классических методов механики деформируемого твердого тела и теории упругости. Достоверность решений, полученных аналитически, обеспечивается сравнением с известными аналитическими решениями в предельных случаях, а также сопоставлением некоторых результатов с результатами, полученными с использованием других методов и подходов, включая экспериментальные.

4. Основные результаты и научная новизна

Представленные в диссертации результаты являются новыми. Наиболее существенными, на мой взгляд, являются следующие:

1. Получены новые решения задачи статического и динамического деформирования упругой стержневой конструкции с квадратичным законом изменения изгибной жесткости. Проведены исследования ее устойчивости с учетом действия распределенных и сосредоточенных нагрузок. Исследована форма динамического изгиба стержня при наличии продольной силы. Определены условия динамической неустойчивости конструкции.

2. Исследованы модели продольно-поперечного изгиба упругих стержней со степенной неоднородностью геометрических характеристик, на основе аналитических решений в функциях Бесселя и Ломмеля и их модифицированных формах.

3. На основе метода Фурье разработан алгоритм динамического расчета упругих стержней с осевой неоднородностью физико-механических свойств

при продольных и крутильных колебаниях. Реализация алгоритма рассмотрена на ряде примеров, представляющих определенную практическую и теоретическую ценность. Рассмотрены механические системы с учетом распределенных и сосредоточенных масс, когда собственные функции соответствующих граничных задач не ортогональны с весом, для таких случаев найдены весовые функции.

4. Разработана методика анализа динамического изгиба балок с переменной изгибной жесткостью и линейной плотностью на основе метода Фурье. Расчетные зависимости деформаций и усилий представлены через начальные параметры, для этой цели введены функции, которые аналогичны функциям Крылова, используемые в задачах динамики однородных стержней. Исследованы основные свойства введенных функций и получены их асимптотические представления. Выполнено исследование влияния геометрических характеристик стержневых конструкций на параметры динамического процесса (частоты, амплитудные значения деформаций и усилий).

5. Рассмотрены краевые задачи статики, динамики и устойчивости стержневых конструкций, в частности, представляющие прикладное значение. Например, установлены условия применения классической теории удара в задачах об ударе геометрически неоднородных стержней.

5. Замечания по работе

1. В пункте 4 выводов к первому разделу не ясна формулировка: «в исследованиях колебаний и удара стержневых систем используют модели на основе упрощающих гипотез и допущений, что позволяет оценить степень влияния различных факторов и обосновать наиболее рациональные параметры для модели». Возможно, соискатель имел в виду необходимость обоснования упрощающих гипотез и допущений применительно к рассматриваемым инженерным объектам.

2. Во втором разделе проведены исследования устойчивости конструкции при учете одновременного действия распределенной и сосредоточенной нагрузок, на основе точного решения уравнения изгиба.

Для определения критических нагрузок при их совместном действии предложена линейная аппроксимация. Нет ли противоречия между графиками (рисунок 2.13, стр. 70) и графиком (рисунок 2.15 а), стр. 75), ведь в первом случае различие между аппроксимацией и точным решением с увеличением значения параметра k уменьшается, а во втором случае увеличивается?

3. В параграфе 3.5 рассматривается продольно-поперечный изгиб стержней с учетом действия распределенной поперечной нагрузки. Для нахождения частного решения уравнения изгиба используются функции Ломмеля и их модифицированная форма. Отдельно получены решения для случаев, когда в функциях Ломмеля, представленных в виде ряда, в знаменателе появляются нули, но при этом ничего не сказано какая будет проблема для модифицированных функций Ломмеля в этом случае.

4. В примерах расчета стержневых конструкций на статику и динамику одной из геометрических характеристик неоднородного стержня является параметр k , который определяется как отношение линейных размеров торцевых сечений. Не понятно почему не используется единый подход, а в постановке одних задач $0 < k < 1$, а других $0 < k < \infty$.

5. В списке литературы на источник [105] даны не полные выходные данные.

6. Заключение

Диссертация является законченным научным исследованием и имеет фундаментальное и прикладное значение. В работе решена актуальная научная проблема развития теории расчета упругих стержневых систем на основе новых решений в аналитической форме и создания универсальных подходов к решению разнообразных граничных задач. Актуальность исследования безусловна, а результаты работы в достаточной мере отражены в публикациях автора в ведущих отечественных и международных журналах.

Автореферат диссертации соответствует содержанию работы, отражает основные научные положения, рекомендации и выводы.

