



УТВЕРЖДАЮ

Директор Российской открытой
академии транспорта

«Российского университета
транспорта (МИИТ)»

д.т.н., профессор,

 Апатцев В.И.

«16» 11 2018 г.

М.П.

ОТЗЫВ

ведущей организации о диссертации Царенко Сергея Николаевича на тему «Численно-аналитические исследования динамики и устойчивости неклассических моделей упругих стержневых конструкций», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела

Актуальность для науки и практики

Модели упругого стержня применяются в исследовании напряженно-деформированного состояния (НДС) в различных конструкциях и оборудовании, включая объекты транспортной инфраструктуры, при действии статических и динамических нагрузок. Несмотря на то, что общие подходы к построению математических моделей упругих стержней известны и широко рассмотрены в литературе, тем не менее, методология исследований на основе аналитических решений представлена преимущественно для стержней однородной структуры. Это во многом ограничивает возможность применения стержневых моделей для более широкого класса объектов.

Развитие теории расчета упругих стержневых конструкций на основе новых аналитических моделей решает актуальную проблему проведения исследований напряженно-деформированного состояния и устойчивости объектов с осевой неоднородностью физико-механических свойств.

В качестве альтернативы аналитическим решениям используют численные и приближенные методы, реализованные в программных комплексах объектного и имитационного моделирования. Такой подход позволяет рассматривать задачи почти любой сложности, но заложенная в его основу модель «черного ящика» не позволяет напрямую установить взаимосвязь между параметрами деформирования и характеристиками конструкции, которая наглядно просматривается в аналитических решениях. При этом следует учесть, что качество результата, полученного с

использованием программного продукта, во многом определяется квалификацией пользователя.

Полученные в диссертации, новые решения в аналитической форме задач механики упругих стержней являются не только альтернативным методом исследования НДС конструкций, но и дают простой и удобный способ верификации результатов исследований проведенных численными и приближенными методами.

Основные научные результаты и их значимость для науки и производства

Основные научные результаты, полученные автором, заключаются в следующем:

1. Получила развитие теория расчета упругих весоных стержней на продольно-поперечный изгиб с учетом действия локальных и распределенных нагрузок. Получено новое аналитическое решение деформирования упругого стержня с квадратичным законом изменения изгибной жесткости. Разработана методика анализа устойчивости весоных стержней с произвольным видом осевой неоднородности физико-механических свойств.

2. Решена задача продольно-поперечного изгиба упругих стержней с произвольной степенной неоднородностью изгибной жесткости. Для представления расчетных зависимостей методом начальных параметров введены функции, которые аналогичны функциям Крылова, используемые при расчете однородных стержней. Выполнен анализ устойчивости стержневых конструкций для некоторых видов условий закрепления.

3. Получены новые решения в аналитической форме задачи продольных и крутильных колебаний стержней с произвольной степенной неоднородностью физических и механических характеристик. Проведено исследование динамики продольного и крутильного удара стержневых конструкций для ряда прикладных задач, выполнено сравнение с результатами известными в литературе, которое показало адекватность полученных решений. Рассмотрена асимптотика собственных функций различных граничных задач.

4. На основе метода Фурье разработан общий подход к решению задач динамики поперечных колебаний балок с осевой неоднородностью изгибной жесткости и линейной плотности. Рассмотрены примеры динамики конструкций с учетом наличия локальных нагрузок, когда собственные функции соответствующих граничных задач не ортогональны с весом. Для произвольного вида граничных условий получено выражение квадрата нормы собственных функций.

5. Получено новое решение задачи изгибных колебаний упругого стержня с квадратичной неоднородностью изгибной жесткости, предварительно нагруженного продольной силой. Проведено исследование влияния продольной силы на параметры НДС конструкции при динамическом нагружении. Выполнены исследования динамической неустойчивости конструкций для случаев «мертвой» и следящей нагрузки.

6. Приведены примеры приложения разработанных методик расчета к задачам практической сферы применения. Рассмотрена неклассическая задача устойчивости растянуто-сжатой геометрически-изменяемой стержневой системы, которая моделирует шахтную обсадную колонну при спуске на плаву. Получены эмпирические зависимости для определения критических нагрузок в стержневых конструкциях различного очертания. Рассмотрена методика применения «классической» теории удара к задачам удара упругих стержней с осевой геометрической неоднородностью.

Значимость результатов для науки заключается в том, что в работе не только получены новые решения для задач статического и динамического деформирования упругих стержневых конструкций со сложной конфигурацией геометрических и физико-механических свойств, но и созданы методологические основы к их применению.

Практическая значимость работы состоит в разработке методик, позволяющих непосредственно исследовать НДС при статических динамических воздействиях для ряда объектов машиностроения и строительства. Рассмотренные в работе аналитические модели могут использоваться для верификации результатов расчета, полученных в программных комплексах объектного и имитационного моделирования.

Теоретические разработки диссертации используются в учебном процессе при изложении вопросов динамики и устойчивости стержневых систем с распределенными и сосредоточенными параметрами.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Представленные в работе теоретические результаты, а также методологические разработки могут быть положены в основу методик расчета ряда инженерных объектов, таких как: валы сложной конфигурации, бойки и волноводы силовых импульсных систем, опоры линий электропередач, стойки ветрогенераторов, башни теле-радио связи и пр., а также служить для обоснования и разработки практических рекомендаций для технической и регламентирующей документации.

Считаем, что в данном направлении исследований перспективным является поиск новых аналитических решений для усложненных моделей

стержней, например: при учете сдвиговой деформации, инерции поворота сечения, вязкоупругих свойств материала и пр.

Общие замечания

В качестве замечаний следует отметить следующее:

1. Во втором разделе (стр. 41) приведены уравнения (2.1), следующие из условий равновесия элемента упругого стержня. Автору следовало бы сделать вывод этих уравнений с указанием принятых при этом гипотез и допущений.

2. В параграфе 4.4 рассмотрена методика динамического расчета стержней с произвольной осевой неоднородностью при продольном ударе на основе упрощения математической модели путем усреднения переменного коэффициента в уравнении перемещений. Результаты расчетов по упрощенной модели сравниваются с результатами, полученными для конического стержня из точного решения, на основании чего делается общий вывод о качестве приближенного расчета. Считаю, что такой подход является не вполне корректным.

3. В параграфе 6.3 исследовано влияние продольной нагрузки на параметры НДС конструкции при динамическом нагружении. Динамические коэффициенты (6.30), (6.31) (стр. 229) представлены, как отношения динамических величин (прогибов, моментов) к их статическим аналогам. Однако в рассматриваемом примере, статическая форма изгиба принята без учета продольной нагрузки, что приводит к необоснованному выводу о влиянии продольной нагрузки на динамические параметры НДС конструкции.

В целом, указанные замечания существенно не влияют на общий научный уровень диссертационной работы, ее новизну и практическую значимость.

Заключение

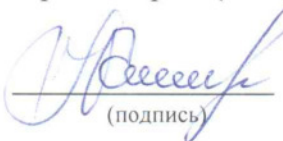
Диссертация Царенко С.Н. представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему. Полученные диссертантом новые научные результаты имеют существенное значение для фундаментальной науки механики упругих деформируемых систем и практики расчета и конструирования стержневых конструкций различного назначения. Выводы и рекомендации, приведенные автором, достаточно обоснованы.

Область исследования и научные результаты диссертационной работы соответствуют паспорту специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела».

Диссертационная работа «Численно-аналитические исследования динамики и устойчивости неклассических моделей упругих стержневых конструкций» отвечает требованиям п. 2.1 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Царенко Сергей Николаевич заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела».

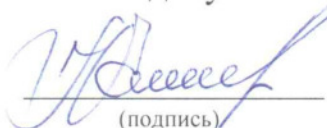
Отзыв обсужден на заседании кафедры «Здания и сооружения на транспорте» Российской открытой академии транспорта федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта (МИИТ)» Протокол №3 от 13 ноября 2018 г.

Заведующий кафедрой «Здания и сооружения на транспорте», кандидат технических наук, доцент, Российской открытой академии транспорта ФГБОУ ВО «Российский университет транспорта (МИИТ)»


(подпись) Чистый Юрий Антонович

125315, РФ, г. Москва, ул. Часовая, д. 22, стр. 2, тел./факс: +7 (495) 649-19-34,
e-mail: yura.chisty@yandex.ru

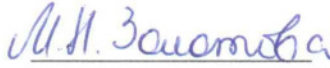
Я, Чистый Юрий Антонович согласен на автоматизированную обработку персональных данных, приведенных в этом документе


(подпись)

Подпись удостоверяю
Заместитель начальника
управления кадров РУТ (МИИТ)




(подпись)


(ФИО)