



МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«МИРЭА – Российский технологический университет»

РТУ МИРЭА

просп. Вернадского, д. 78, Москва, 119454
тел.: (499) 215 65 65 доб. 1140, факс: (495) 438-92-87
e-mail: mirea@mirea.ru, <http://www.mirea.ru>

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор

Федерального государственного

бюджетного образовательного учреждения

высшего образования «МИРЭА –
Российский технологический университет»

РТУ МИРЭА

доктор химических наук, профессор

Прокопов Н.И.

на № _____ от _____

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Илларионовой Лилии Алексеевны на тему
«Моделирование динамического поведения безбалластной конструкции
железнодорожного пути с учетом ее армирования», представленную к защите в
диссертационный совет 24.1.097.01 (Д 002.075.01)

на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 1.1.8. (ранее 01.02.04) – Механика деформируемого твердого
тела на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Актуальность темы диссертации

Учет динамического влияния волновых процессов и различных реологических свойств материала, а также анизотропных свойств конструкции, в том числе, с предварительно напряженной арматурой является важной задачей для определения динамического поведения плоских элементов объектов транспортной инфраструктуры при высоких скоростях движения. Традиционная методика учитывает динамическое приложение нагрузки чаще всего в квазистатической постановке, предполагающей учет особенностей изменения нагрузки от времени и через приведенные коэффициенты, характеризующие растянутые зоны. При больших скоростях экипажей заметную роль начинают играть волновые процессы в элементах конструкции железнодорожного пути. Если рассматривать эксплуатационные скорости от 250 до 450 км/ч, под которые проектируются отечественные высокоскоростные магистрали, то учет распространения упругих волн и реологические и анизотропные свойства конструкции имеют определяющее значение и могут существенно ограничивать безопасную эксплуатацию железных дорог.

При использовании существующих приближенных численных алгоритмов для задач с анизотропией, нередко при существенной нестационарности, можно получить не только неудовлетворительные

количественные результаты, но и искаженную качественную оценку рассчитываемых процессов. Поэтому, развитие аналитических методик, В связи с вышесказанным, задача динамического расчёта плоских элементов, выполненных из композитных материалов, с учётом характерных внутренних реологических свойств, демпфирования узлов опирания и сочленения различных конструкций линейного транспортного сооружения, анизотропных конструкций с учетом особенности приложения нагрузки от колесной пары подвижного состава выступает в высокой степени актуальной.

Актуальность работы подтверждается также тем, что в современной отечественной и зарубежной литературе, не так много исследований волновых процессов в твердых телах, включающих две ключевых составляющих: математическое моделирование и имитационные методы, которые позволили бы существенно упростить труд инженеров-проектировщиков и конструкторов, разрабатывающих проекты и выполняющих научно-техническое сопровождение строительства высокоскоростных магистралей и железных дорог для скоростного пассажирского движения.

Представленные результаты диссертационного исследования позволяют реализовать подход, основанный на составлении картины распространения упругих волн в анизотропном основании железобетонной плиты и определении местоположения волновых фронтов как прямых, так и отраженных волн в различные моменты времени. Также, результаты исследования позволяют разработать армирование в плите основания, исходя из выявленных точек встречи прямых и отраженных фронтов волн, которые могут как увеличивать результирующие напряжения в материале, так и уменьшать их.

Область исследования соответствует паспорту специальности 1.1.8.- Механика деформируемого твердого тела п. 1 «Законы деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе природных, искусственных и вновь создаваемых», п. 2 «Теория моделей деформируемых тел с простой и сложной структурой», п. 4 «Механика композиционных и интеллектуальных материалов и конструкций», п. 7 «Постановка и решение краевых задач для тел различной конфигурации и структуры при механических, электромагнитных, радиационных, тепловых и прочих воздействиях, в том числе применительно к объектам новой техники»

Анализ содержания диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы. Текст рукописи изложен на 166 страницах машинописного текста. Список литературы включает 120 наименований и содержит работы отечественных и зарубежных авторов.

Во введении обоснована актуальность диссертационного исследования. Указываются основные цели работы и положения, выносимые на защиту, а также характеризуется научная новизна исследования, научная и практическая значимость.

Первая глава посвящена общей постановке задач распространения волновых поверхностей, зарождающихся после динамического контакта твердого ударника и плоского тела, рассматриваются начальные и граничные условия, их влияние на методики решения и применяемые вычислительные схемы. В главе систематизированы и исследованы современные подходы к задачам динамического воздействия на плоские элементы распространения волновых поверхностей и представлены в виде таблицы, обоснована постановка цели диссертационного исследования.

Во второй главе рассматриваются методы решения задач динамического контакта двух твердых тел с учетом распространения волновых поверхностей в одном из них.

Основной задачей третьей главы является решение контактной задачи для областей в непосредственной близости к месту контакта колеса и рельса и удаленной от динамического воздействия. В первом случае применяется доработанный лучевой метод, а во втором – сферические функции и полиномы Лежандра. В итоге предлагается математический метод моделирования волновых процессов в твердых телах, который был использован при представлении распространения упругих волн в плоском элементе, испытывающем динамическое воздействие другого тела.

В четвертой главе приводится описание программы для численного моделирования на языке Python. Разработанная программа позволяет определять критические точки, в которых могут возникать значительные увеличения интенсивности некоторых параметров процесса распространения волновых фронтов, а также исследовать зависимости динамических характеристик взаимодействия колеса и рельса, таких как контактная сила и прогиб, от различных параметров материала пластинки с учётом взаимодействия прямых и отражённых волн.

В пятой главе описаны технологические процессы, позволяющие перейти от математического и имитационного моделирования к реальной конструкции пути. Проанализированы и определены конечные кинематические и силовые характеристики для описания процессов динамического воздействия на пластинку.

В заключительной части работы приводятся основные выводы и результаты, к которым без сомнения можно отнести разработку математической модели для плит, испытывающих кратковременные динамические воздействия, позволяющие одновременно учитывать волновые процессы, различие реологических свойств материала и анизотропных свойств конструкции, в том числе и с предварительно напряженной арматурой.

Автореферат отражает суть и содержание диссертации в необходимом объеме.

Научная новизна полученных автором диссертации результатов

Научная новизна диссертационного исследования заключается в:

- всестороннем анализе существующих моделей динамического поведения элементов основания ВСП с учётом демпфирующих свойств материалов;

- разработке авторской математической модели динамического поведения плоских элементов с учетом особенностей приложения нагрузки от подвижного состава;
- определении места расположения армирующих элементов в зависимости от распространения волновых поверхностей в плоском элементе, с учетом определения точек встречи прямых и отраженных упругих волн;
- предложении схемы армирования элементов строительных конструкций, испытывающих динамическое воздействие;
- установлении зависимости динамических и кинематических параметров поведения конструкции, а также в предложении схемы армирования элементов строительных конструкций, испытывающих динамическое воздействие. Данная схема адаптирована для железобетонных плит ВСП для высокоскоростных магистралей и кроме того, может быть использована и на существующих железных дорогах в тоннелях и на мостовых переходах (везде, где есть плиты основания для укладки рельсовых плетей).

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы базируется на обоснованном использовании известных соотношений и законов, приводимых в классической литературе по математическому моделированию и численным методам и наиболее цитируемых в современных источниках, строгих аналитических и численных схемах, которые могут быть проверены на любом этапе вычислительного процесса. Результаты исследований приведены автором достаточно развернуто, выводы являются обоснованными. Достоверность аналитических результатов подтверждается имитационным моделированием.

Используемый автором инструментарий является современным, апробация работы была проведена как на конференциях, так и в ходе верификационных вычислений в компаниях, занимающихся профильными исследованиями по проектированию и эксплуатации объектов железнодорожной инфраструктуры.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования

Теоретическая значимость диссертации заключается в проведении многофакторного анализа существующих моделей, которые учитывают анизотропные свойства, динамические нагрузки и используемые технические технологические решения для железобетонных элементов, а также в разработке оригинальной методики расчета плоских элементов строительных конструкций на динамические воздействия с учетом волновых процессов в элементах конструкций при нагружении и демпфирующих свойств материалов. Несомненную значимость для теории представляет предложенная математическая модель плоской конструкции из материала с анизотропными свойствами, которая учитывает зарождение и распространение волновых поверхностей в плоских элементах и особенности приложения нагрузки от подвижного состава, свойств армирующего материала и ортотропных свойств плиты.

Практическая ценность результатов работы заключается в определении мест расположения армирующих элементов в зависимости от распространения волновых поверхностей в плоском элементе и их взаимодействия между собой.

Рекомендации по использованию полученных результатов

Результаты диссертационного исследования могут быть реализованы в виде методических рекомендаций при строительстве высокоскоростных железнодорожных линий на основе безбалластных конструкций основания для рельсошпальной решетки железнодорожного пути. Такой подход позволяет более точно описать динамическое поведение основания пути при действии подвижной динамической нагрузки и избежать существенного перерасхода материалов.

Проведенное исследование характеризуется не только полученными аналитическими и графическими результатами, но и предложенной моделью плиты основания железнодорожного пути, использование которой, совместно с описанными вычислительными алгоритмами и процедурами может быть полезным инженерам-проектировщикам и конструкторам, разрабатывающим сопроводительную документацию для строительства высокоскоростных магистралей и железных дорог для скоростного пассажирского движения. А также, возможно применение полученных результатов проектными организациями, занятыми разработками в различных областях хозяйственной деятельности, в том числе в области создания интеллектуальных материалов.

Замечания по диссертационной работе

Несмотря на в целом положительную оценку диссертационной работы, она не лишена недостатков и неточностей, как по стилю изложения, так и по четкости некоторых формулировок, а именно:

1. Содержит ряд неудачных грамматических оборотов, снижающих качество текста и общее впечатление от проделанной работы.
2. Малое количество графических зависимостей, полученных в ходе тестирования разработанного алгоритма и вычислительной схемы.
3. Использование на графиках безразмерных величин, что не позволяет сразу определить физические параметры конструкции и ударного воздействия на него.
4. Динамический коэффициент вычисляется не только по формуле (1.1), нужно указать и другие выражения для определения этой величины
5. Требуется математически сформулировать условия использования одной из формул 1.2.4
6. Не ясно в каких случаях используется схема армирования, показанная на рис. 2.1а

В целом, несмотря на представленные замечания, диссертационное исследование Илларионовой Л.А. заслуживает положительной оценки. Исследование удовлетворяет требованиям квалификационной научной работы. Выводы и результаты автора самостоятельны и оригинальны.

Заключение

Диссертационная работа Илларионовой Л.А. на тему «Моделирование динамического поведения безбалластной конструкции железнодорожного пути с учетом ее армирования» является законченной, самостоятельно подготовленной научной работой. Диссертация соответствует критериям актуальности темы, новизны и достоверности результатов, а также отвечает требованиям Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 (ред. от 11.09.2021) «О порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Илларионова Лилия Алексеевна – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности: **1.1.8. (ранее 01.02.04)– Механика деформируемого твердого тела.**

Отзыв подготовлен заведующим кафедрой информатики Института кибербезопасности и цифровых технологий РТУ МИРЭА, к.ф.-м.н., доцентом Шмелевой Анной Геннадьевной. Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры информатики Института кибербезопасности и цифровых технологий РТУ МИРЭА (протокол № 10 от 12.05.2022 г.). Результаты голосования: за – 11, против – нет, воздержавшихся – нет.

Заведующий кафедрой
информатики Института
кибербезопасности и цифровых
технологий РТУ МИРЭА
кандидат ф.-м. н. (01.02.04),
доцент



Шмелева Анна Геннадьевна

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет» (РТУ МИРЭА)

Кафедра информатики Института кибербезопасности и цифровых технологий

Почтовый адрес: 119454, ЦФО, г. Москва, Проспект Вернадского, д. 78

Телефон: +7 499 215-65-65

Официальный сайт: <https://www.mirea.ru/>

e-mail: rector@mirea.ru

Согласны на обработку персональных данных



Шмелева А.Г. заверю.

Заведующий кафедрой информатики ИКБ РТУ МИРЭА
Шмелева В.В.