

Председателю Совета по защите диссертаций
на соискание ученой степени кандидата наук,
на соискание ученой степени доктора наук,
Д 999.183.02, на базе федерального
государственного автономного
образовательного учреждения «Российский
университет транспорта»
доктору техн. наук, профессору Круглову В.М.
от канд. техн. наук, доцента Яшнова А. Н.
Адрес: 630049, г.Новосибирск,
ул.Дуси Ковальчук, 191
Тел. 8-(383)-328-04-90
E-mail: yan@stu.ru

ОТЗЫВ

официального оппонента **Яшнова Андрея Николаевича**
на диссертационную работу **Данг Нгок Тхань**
**«Работоспособность мостового полотна балочных пролетных строений
при высокоскоростном движении»**, представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 05.23.11 –
Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов
и транспортных тоннелей

1. Актуальность темы исследования

В настоящее время высокоскоростные железнодорожные пути (ВСМ) играют все более важную роль в национальных транспортных системах в развитых странах мира. И в России и во Вьетнаме также существует тенденция строительства высокоскоростных железнодорожных магистралей со скоростями движения поездов свыше 250 км/час. При этом предполагается устройство безбалластного мостового полотна на сборных железобетонных плитах, обеспечивающего сохранение геометрических параметров пути более длительное время, чем традиционное мостовое полотно на балласте. Однако и в этом случае неизбежно изменение жесткости пути при переходе с подходов на мост. Возникает сложное динамическое взаимодействие верхнего строения пути, мостового полотна и мостового сооружения в целом. Поведение самого мостового полотна при этом малоизучено. Поэтому тема рецензируемой диссертационной работы является весьма актуальной.

2. Структура и краткое содержание работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений и списка литературы, содержащего 84 источника, в том числе 39 – на иностранных языках. Диссертация изложена на 137 страницах машинописного текста, включает 98 рисунков и 26 таблиц.

Введение содержит обоснование актуальности темы исследования, степень её разработанности, апробацию результатов исследования, а также теоретическую, практическую значимость и научную новизну. Приведена информация о достаточности публикаций результатов работы. Сформулированы цель и задачи исследования

В первой главе представлен процесс развития высокоскоростных железных дорог разных стран с обзором и анализом основных конструкций пути на мостах и на подходах на ВСМ. Представлены конструкции безбалластного мостового полотна, используемые для высокоскоростных железных дорог, проанализированы преимущества и недостатки каждого конструктивного типа. Выделены проблемы переходных участков на подходах к мостам, приведены возможные технические решения, позволяющие их минимизировать.

Верно отмечена главная особенность безбалластного мостового полотна ВСМ за рубежом – односторонние связи в мостовом полотне, не препятствующие отрыву рельсового основания от пролетных строений, в то время как на традиционном безбалластном полотне предусмотрены двухсторонние связи плит БМП с балками проезжей части.

Рассмотрены причины железнодорожных происшествий на ВСМ, требования норм безопасности различных стран для высокоскоростных магистралей. Примечательно, что, несмотря на высокие скорости, ВСМ являются относительно безопасным видом транспорта, однако сход поезда вблизи моста может привести к резкому возрастанию числа жертв. Что еще раз подчеркивает важность и актуальность исследования работоспособности мостового полотна и пути на подходах. Приведены критерии для оценки обеспечения движения на ВСМ.

Приводится исторический обзор развития методов расчёта задач взаимодействия системы «мост-путь-поезд». Новым является включение в модель плит безбалластного мостового полотна и исследование

динамических эффектов при высокоскоростном движении. В выводах отмечено, что взаимодействие поезда и мостовых конструкций рассматривалось многими авторами, однако пока не была сделана полная постановка задачи взаимодействия поезда с мостовым полотном с учетом колебаний балочных пролетных строений для обеспечения работоспособности полотна, в том числе учитывающая одностороннюю связь колеса и рельса, мостового полотна и балки.

В второй главе представлена модель системы и дано описание современных методов исследований для решения динамических задач с анализом их преимуществ и недостатков. Выбран наиболее подходящий метод, для обеспечения правильности решений рассмотрены условия устойчивости и сходимости результатов.

Описаны дифференциальные уравнения колебаний для экипажа, для рельса, для плиты и для пролетного строения. Плита безбалластного мостового полотна представлена как балка на упругом основании со свободными концами. Указаны конечно-разностные аппроксимации уравнений колебаний по явной схеме метода центральных разностей. Следует отметить, что описанная математическая модель системы была разработана научным руководителем аспиранта еще в 90-х годах прошлого века, но отличие в модели соискателя связано именно с введением уравнений колебания плит, что ранее не делалось, но является существенным уточнением для рассматриваемых проблем.

Показано влияние граничных условий на полученные результаты. Жесткое закрепление рельса на концах расчетного участка, не допускающее каких-либо перемещений может показаться необоснованным. Однако, бесконечно длинный рельс – это также условность, поскольку сердечники стрелочных переводов, тупики и другие конструкции являются именно таким жестким закреплением. Тем не менее, моделью бесконечного рельса широко пользуются, поскольку на значительном удалении от указанных конструкций их влияние практически отсутствует. Как показано в работе, влияние заделок на концах расчетного участка для рельса, проявляется лишь на ограниченной длине (до 40 м), и если такие участки не рассматривать, то их влияние оказывается незаметным на мосту при условии достаточно протяженных подходов в составе расчетного участка.

Степень достоверности полученных результатов определяется сопоставлением полученных результатов с известными решениями. Заметим, что не только значения перемещения рельса и середины пролета по разработанному методу совпадают с известными результатами, но и характеристики движения тоже совпадают. Поэтому достоверность результатов разработанного метода не вызывает сомнений.

Следует отметить, что одним из достоинств работы является самостоятельная разработка программного обеспечения в MATLAB, верифицированного сопоставлением результатов с работами независимых исследователей.

В третьей главе приводятся содержательные результаты исследования. Определены критические скорости поезда, вызывающие резонансные колебания пролетных строений. В работе показано, что регулярное воздействие группы тележек смежных вагонов, связанное с одинаковой длиной вагонов состава ВСМ, представляют собой периодическое воздействие на пролетное строение. Высокие скорости движения на ВСМ могут привести при низких значениях частоты изгибной формы собственных колебаний к совпадению частоты возбуждения и собственной частоты. В работе показано, что значение критической скорости может оказаться значительно меньше расчетной скорости. Тогда в пролетном строении возбуждаются резонансные колебания. Приведены диаграммы колебаний середины пролёта балочного железобетонного пролётного строения с разными скоростями и зависимости максимального перемещения пролетного строения с разными длинами, подтверждающие расчетные критические скорости и возможность резонанса. Кроме того, резонансы подтверждаются и амплитудно-скоростными диаграммами, полученными автором. Рассмотрены зависимости усилия между рельсом и плитой, плитой и балкой с изменением жесткости прокладного слоя под плитой для оценки влияния жесткости прокладного слоя.

Значительный интерес представляет вывод о возможности возбуждения при высоких скоростях не только низкочастотных колебаний по первой изгибной форме, но и высокочастотных форм. Такие колебания не представляют угрозы для пролетного строения, но вызывают значительный изгиб плит мостового полотна, при этом изгибающие моменты в плитах до 10 раз превышают моменты на земляном полотне. Автор предлагает решать

эту проблему путем прикрепления плит к балке, т.е. устройством двухсторонних связей, или применением упругого прокладного слоя. И вывод автора о необходимости специальной конструкции полотна, отличающейся от плит на земляном полотне, представляется обоснованным.

В четвёртой главе рассмотрены вопросы устойчивого движения колеса по рельсу, определяющие безопасность ВСМ. Приведены критерии для оценки устойчивости колеса на рельсе и безопасности движения по мостам ВСМ. Выделена проблема недостаточного демпфирования в безбалластном мостовом полотне и ее влияние на устойчивость колеса на рельсе. Довольно убедительно показано, что развитие резонансных колебаний приводит к потере контакта колеса и рельса ведь для первого колеса поезда даже при слабом демпфировании контакт колеса и рельса удовлетворительный, а для последующих вагонов с развитием резонансных колебаний колесо отрывается от рельса. Интерес представляет и зависимость необходимого демпфирования по условию устойчивости колеса от жесткости рельсового скрепления. Определено значение минимально необходимого демпфирования для различной жесткости узла скрепления.

Рассмотрено ударное взаимодействие колеса и рельса. В работе получено, что даже для идеально ровного пути и идеально круглого колеса за отрывом колеса от рельса следует удар колеса, сопоставимый с не закатанным ползуном на колесе – перегрузка превышает 3 при ударном нарастании усилия в контакте от 0 до более чем 303 кН. Ударное взаимодействие колеса и рельса приводит к серьезнейшим последствиям. Так, в результате многолетних наблюдений в США установлено, что поперечный излом рельса является наиболее распространенной причиной схода подвижного состава.

3. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности

Тема и содержание диссертации соответствуют паспорту специальности 05.23.11 – Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей (технические науки): пункт 5 «Совершенствование методов расчета конструкций, сооружений и их элементов (земляного полотна, пути, оснований, опор, дорожного и аэродромного покрытий, пролетных строений, защитных

покрытий, тоннельной обделки, несущих, подпорных и ограждающих конструкций, средств организации движения, водопропускных труб, галерей и т.п.), включая расчеты напряженно-деформированного состояния и водно-теплового режима, грунтовых массивов и бетонных и железобетонных конструкций, гидравлического и ледового режимов акваторий мостовых переходов и других откликов на воздействия статических и динамических потенциальных и массовых сил»; пункт 13 «Совершенствование методов и средств математического и физического моделирования работы конструкций, технологических процессов, организации и оперативного управления строительным производством, режимов эксплуатации и оценки технических и экологических рисков при строительстве, эксплуатации и реконструкции транспортных сооружений, их элементов, объектов и производств».

4. Новизна полученных результатов

С позиций новизны, прежде всего, описывается проблема взаимодействия безбалластного мостового полотна с плитами и высокоскоростного поезда. Развивается математическая модель системы «мост-путь-поезд». Указаны взаимосвязи динамики элементов системы «мост-путь-поезд» при плитном безбалластном мостовом полотне с динамическими параметрами мостового полотна и некоторыми конструктивными решениями. Кроме того, в диссертации показана зависимость влияния демпфирования и жесткости промежуточных рельсовых скреплений на контактные усилия между рельсом и плитой, плитой и балкой пролетного строения, а также на усилия в контакте колеса и рельса.

5. Теоретическая и практическая значимость полученных результатов

Теоретическая значимость полученных результатов заключается в применении численных методов для решения задач по взаимодействию в системе «мост-путь-поезд», отсюда можно оценить динамическое поведение мостового полотна и безопасность движения поезда.

Практическая значимость - в обосновании зависимости контактных усилий «колесо-рельс» от параметров мостового полотна (жесткости и демпфировании). Можно разработать обоснованные конструктивные решения мостового полотна, обеспечивающие безопасность движения по устойчивости колеса на рельсе.

6. Достоверность и обоснованность

Достоверность представленных результатов исследования, выводов и рекомендаций подтверждена использованием апробированного математического аппарата при решении динамических задач с использованием численных методов. Степень достоверности полученных результатов определяется сопоставлением полученных результатов с известными решениями. Заметим, что не только значения перемещения рельса и середины пролета по разработанному методу совпадают с известными результатами, но и характеристики движения тоже совпадают. Поэтому достоверность результатов разработанного метода не вызывает сомнений.

7. Достоинства и недостатки по содержанию и оформлению диссертации и автореферата

Оформление диссертации и автореферата в целом соответствует требованиям ГОСТ 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». Автореферат диссертации отражает ее содержание.

В качестве достоинств диссертационной работы следует отметить самостоятельную разработку программы в среде MATLAB, с помощью которой выполнен подробный и глубокий анализ динамических явлений, сопровождающих взаимодействие пролётных строений мостов – безбалластных плит – рельсового пути – подвижного состава.

К замечаниям и вопросам по содержанию диссертации и автореферата относятся следующие:

1) Излишне подробно (первая глава - более 40 страниц) сделано описание конструктивных решений и нормативных требований.

2) По второй главе необходимо отметить, что сопоставление решений производится для традиционного мостового полотна на балласте. Автор с помощью вариации параметрами сводит безбалластную конструкцию на плитах к традиционной, без плит, но все же интереснее было бы сравнить результаты для безбалластной конструкции. И, конечно, отсутствие по понятным причинам собственных натуральных экспериментов несколько снижает общий высокий уровень диссертационного исследования.

3) В выводах по третьей главе: «3. Внутренние усилия в плитах мостового безбалластного полотна в отсутствие прокладного слоя при полигармонических колебаниях балки в несколько раз превышают усилия при других скоростях.» - не понятно о каких скоростях идет речь?

4) Наличие в тексте стилистических и грамматических неточностей, пропусков символов, в том числе и в формулах (см., например, ф.2.7 на стр.60) усложняет восприятие диссертации.

5) В Заключении понятие работоспособности трактуется как «обеспечение выполнения требований норм в отношении безопасности движения, равнопрочности и одинаковой стабильности мостового полотна и верхнего строения пути на подходах», что не в полной мере соответствует общепринятому термину по ГОСТ 27.002-2015 «Надежность в технике. Термины и определения».

Стоит отметить, что указанные замечания не снижают научной и практической значимости выполненной работы.

Заключение

На основе детального анализа материалов диссертации и автореферата, сделанных замечаний, которые не носят принципиального характера, можно сделать следующий вывод:

Диссертационная работа Данг Нгок Тхань «Работоспособность мостового полотна балочных пролетных строений при высокоскоростном движении» является завершённой и цельной научно-квалификационной работой, содержащей научную новизну и отвечающей требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Личный вклад автора сомнений не вызывает. Полученные автором результаты достоверны, выводы и рекомендации обоснованы.

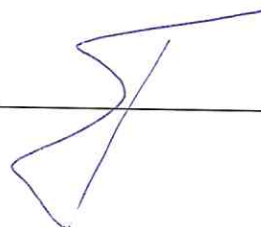
Диссертация Данг Нгок Тхань соответствует критериям, приведённым в п.п. 9-11 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения учёных степеней» (с изменениями на 2 августа 2016 г.). Автор представленной диссертационной работы Данг Нгок Тхань заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.23.11 - «Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей» (технические науки).

Официальный оппонент:

Яшнов Андрей Николаевич,
кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Мосты»
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Сибирский государственный
университет путей сообщения»
Адрес: 630049, г. Новосибирск,
ул. Дуси Ковальчук, 191
Сл. тел: +7 (383) 328-04-90
E-mail: yan@stu.ru



Подпись А.Н. Яшнова заверяю.
Начальник отдела делопроизводства
Управления кадрами и делами СГУПС



Т.М. Москвина