Председателю Совета по защите диссертаций
на соискание ученой степени кандидата наук,
на соискание ученой степени доктора наук,
Д 999.174.02, на базе Сибирского
государственного университета путей
сообщения и Томского государственного
архитектурно-строительного университета
доктору техн. наук, профессору Бокареву С.А.
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 диссертацию Дьяченко Леонида Константиновича
«Динамическое взаимодействие разрезных балочных пролётных строений мостов и подвижного состава на высокоскоростных железнодорожных магистралях», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.11 – «Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей» (технические науки)

1. Оценка объема и структуры диссертации

Диссертация Дьяченко Л.К. на соискание ученой степени кандидата технических наук состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, включающего 213 наименований использованных работ отечественных и зарубежных авторов. Основное содержание изложено на 176 страницах, включает 149 рисунков и 22 таблицы.

2. Актуальность избранной темы

Одним из основных направлений и принципов модернизации и развития железнодорожного транспорта в РФ на ближайшую перспективу является строительство высокоскоростных железнодорожных магистралей (ВСМ) со скоростями движения поездов свыше 250 км/ч. Как показывает мировой опыт, доля протяжённости мостовых сооружений в составе ВСМ значительно выше, чем на обычных железных дорогах, соответственно выше и их удельная стоимость. Очевидно, что для оптимизации основных технико-экономических показателей ВСМ существенную роль будет играть оптимизация технико-

экономических параметров искусственных сооружений. Возникает необходимость совершенствования методов расчета и проектирования мостовых сооружений на высокоскоростных железнодорожных магистралях, в первую очередь требует уточнения учет особенностей динамического взаимодействия подвижного состава и пролетных строений при сверхвысоких скоростях движения (до 400 км/час) для обеспечения комфорта и безопасности проезда пассажиров.

Представленная диссертационная работа направлена на повышение качества проектирования разрезных балочных пролётных строений мостов в условиях высокоскоростного движения путём разработки прикладной методики их динамического расчёта и практических рекомендаций по назначению основных динамических параметров. Недостаточность отечественного опыта проектирования искусственных сооружений на ВСМ, и, как следствие, отсутствие методических рекомендаций по расчёту динамического взаимодействия системы «мост-поезд» и рациональному назначению основных технико-экономических и конструктивных параметров сооружений обуславливает актуальность диссертационного исследования.

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 3 «Вопросы обоснования нормативных требований к транспортным сооружениям (их потребительским свойствам, параметрам и элементам) и объектам транспортной инфраструктуры»; пункт 4 «Проектирование транспортных сооружений, их элементов и объектов транспортной инфраструктуры с учетом системных взаимосвязей между всеми компонентами природно-технических систем на сопряженных уровнях иерархии их пространственной организации (материал – изделие – конструкция – сооружение – комплекс функционально связанных сооружений – техногенная и природная среда)»; 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».

4. Степень обоснованности результатов исследований, научных положений и выводов

В последние годы интерес к высокоскоростному железнодорожному движению значительно вырос, что связано прежде всего с решением о строительстве высокоскоростной магистрали «Москва-Казань», а также планами создания Национальной системы высокоскоростного движения.

В первой главе автором выполнен подробный анализ существующих методов учета динамических эффектов взаимодействия системы «мост-поезд», современных возможностей моделирования подвижного состава и мостовых сооружений в единой системе «мост-поезд». Справедливо отмечено, что основным фактором динамического воздействия подвижного состава является пульсация прогибов пролётного строения, которая при высоких скоростях движения поездов может иметь неблагоприятный резонансный характер. Проведенный анализ позволил сформулировать основные задачи исследования:

- выполнение численного моделирования динамического взаимодействия разрезных балочных пролётных строений мостов и высокоскоростного подвижного состава со скоростями движения до 400 км/ч;
- определение влияния основных параметров разрезных балочных пролётных строений мостов (длина пролёта, материал конструкции, вертикальная жёсткость, погонная масса, собственные частоты колебаний) и подвижного состава (схема поезда, собственные частоты колебаний) на характер их динамического взаимодействия;
- обоснование предельных деформаций и нормирование вертикальной жёсткости разрезных балочных пролётных строений мостов, как критерия обеспечения комфортности и безопасности движения высокоскоростных поездов;
- разработка и обоснование рекомендаций по ограничению нижнего предела первой собственной частоты колебаний и минимального значения погонной массы разрезных балочных пролётных строений мостов на основании критерия обеспечения стабильности верхнего строения пути на сооружении;
- разработка прикладной инженерной методики и алгоритма динамического расчёта разрезных балочных пролётных строений мостов при воздействии высокоскоростного подвижного состава.

Во второй главе рассмотрены особенности мостовых сооружений на зарубежных и отечественных высокоскоростных магистралях. Выделены основные конструктивные требования, определяющие технико-экономические параметры пролетных строений:

- ограничение диапазона собственных частот колебаний конструкции, определяющие возможность резонансных режимов работы при динамическом воздействии высокоскоростных поездов;
- ограничение вертикальных прогибов от временной нагрузки, определяющие плавность и комфортность движения высокоскоростных поездов;

- ограничение углов поворота торцов пролётного строения и углов перелома профиля над опорами, определяющих геометрию пути на сооружении;
- снижение влияния длительных деформаций (ползучесть бетона, осадки фундаментов опор), которые могут привести к нарушению геометрии пути и неравномерным осадкам, что снижает безопасность движения высокоскоростных поездов;
- снижение продольных усилий в рельсах и деформаций, возникающих при совместной работе бесстыкового пути и конструкции мостового сооружения, определяющих устойчивость пути.

Эти требования с учетом опыта экспериментальных и теоретических исследований мостов и эстакад на ВСМ, проведенных в КНР, и опыта проектирования ВСМ «Москва-Казань» в РФ позволили автору выделить в качестве основного объекта исследования разрезные балочные пролетные строения.

В третьей главе разработаны методологические основы решения задач диссертационной работы: созданы конечно-элементные модели и доказана возможность их применения для динамических расчетов. Как основной инструмент решения поставленных задач использован метод прямого интегрирования с применением эффективных шаговых процедур, реализуемый современными конечно-элементными расчетными комплексами. Сделаны выводы для каких типов конструкций для моделирование нагрузки возможно использование модели «подвижные силы на сооружении», а для каких необходимо применять методику «подрессоренные массы на сооружении».

Наконец, *четвертая глава* посвящена непосредственно исследованию взаимодействия пролетных строений железнодорожных мостовых сооружений с высокоскоростным подвижным составом на конечно-элементных моделях. Результаты, получаемые автором, верифицированы путем сопоставления с результатами зарубежных экспериментальных и теоретических исследований.

В результате численных экспериментов автором получены расчётные зависимости динамического коэффициента от параметров конструкции и скорости расчётного поезда, позволяющие выполнять экспресс-анализ проектных решений с точки зрения динамического воздействия расчётного высокоскоростного поезда, а также определение необходимых корректировок динамических параметров пролётного строения. Автор показал, какие параметры конструкций и подвижной нагрузки можно варьировать, чтобы получить рациональные проектные решения.

Таким образом, использованные в диссертации математические модели и методики численных расчётов позволили выполнить анализ динамических эффектов и особенностей взаимодействия пролётных строений мостовых сооружений и подвижного состава при скоростях движения до 400 км/ч. Отмечается, что при увеличении скоростей движения поездов до 400 км/ч возможно проявление резонансных режимов колебаний пролётных строений. Высокий уровень колебаний пролётных строений обуславливает возникновение рисков обеспечения безопасности движения высокоскоростных

поездов и увеличения расходов на содержание верхнего строения пути на мостовых сооружениях, что подтверждается опытом эксплуатации зарубежных высокоскоростных железнодорожных магистралей.

Выполненные автором динамические расчёты воздействия высокоскоростных поездов на пролётные строения мостовых сооружений позволили сделать вывод о необходимости выбора на ранних стадиях проектирования диапазона основных параметров расчётного подвижного состава. Данное положение позволяет оптимизировать конструкции по материалоёмкости и, как следствие, обуславливает существенный экономический эффект при строительстве всей магистрали.

Автором исследованы колебательные процессы подвижного состава при движении по мостовым сооружениям с высокими скоростями. Доказано, что определяющим фактором является траекторией движения колёс, которая характеризуется линией упругих прогибов пролётных строений. Для обеспечения комфортности пассажиров и безопасности движения высокоскоростных поездов и по мостам предложены требования по ограничению допустимой величины относительного вертикального прогиба от нормативной временной нагрузки для скоростных режимов поездов до 400 км/ч. Рекомендуется также использовать систему понижающих коэффициентов, учитывающих количество последовательных однотипных пролётных строений.

В *пятой главе* автор приводит обобщающую инженерную методику определения основных факторов напряжённо-деформированного состояния разрезных балочных пролётных строений при воздействии высокоскоростных поездов. Автором доказано, что динамические добавки для компонентов напряжённо-деформированного состояния (изгибающие моменты, поперечная сила и вертикальные прогибы) различны, что обуславливает необходимость дифференцированного подхода к определению динамических коэффициентов при выполнении расчётных проверок по I и II группе предельных состояний.

Важными практическими выводами диссертации являются рекомендации по назначению основные параметры конструкции в соответствии с ограничениями нижнего предела собственных частот колебаний разрезных балочных пролётных строений для скоростей поездов до 400 км/ч, а также минимальной массы пролётных строений различных пролётов. Учёт предложенных зависимостей существенно сокращает трудозатраты на проектирование и снижает вероятность возможных корректировок после выполнения динамических расчётов.

Поставленная цель достигнута, сформулированные задачи решены в полном объеме. Научные положения, выводы и рекомендации достаточно обоснованы. Основные положения диссертации опубликованы в 12 работах, четыре из которых в ведущих научных рецензируемых изданиях, включенных в перечень ВАК. Основные результаты исследований апробированы на семинарах и конференциях отраслевого, Всероссийского и Международного уровней.

5. Научная новизна работы и достоверность представленных результатов

К новым научным результатам, полученным автором, относятся следующие:

1) обоснована необходимость определения основных параметров подвижного состава при разработке задания на проектирование мостовых сооружений, что обуславливает возможность оптимизации конструктивных решений и существенный экономический эффект при строительстве всей магистрали;

2) на основе критерия комфортности проезда пассажиров разработаны требования по ограничению допустимой величины относительного вертикального прогиба от нормативной временной нагрузки для скоростных режимов поездов до 400 км/ч и предложена система коэффициентов, учитывающих количество пролётных строений в составе сооружения;

3) с целью сокращения трудозатрат на проектирование и минимизации динамического воздействия временной нагрузки на разрезные балочные пролётные строения при скоростях движения поездов до 400 км/ч предложены рекомендации по ограничению нижнего предела собственных частот колебаний и минимальной погонной массы пролётных строений различной длины;

4) предложена инженерная методика динамического расчёта и обоснован дифференцированный подход к определению основных факторов напряжённо-деформированного состояния разрезных балочных пролётных строений при воздействии высокоскоростного подвижного состава.

Достоверность представленных результатов исследования, выводов и рекомендаций подтверждена использованием апробированного математического аппарата при решении динамических задач с использованием численных методов, а также верификацией результатов моделирования с использованием разработанных методик с результатами решения задач, имеющих аналитическое решение, результатами расчетов авторитетных отечественных и зарубежных специалистов, а также данными экспериментальных исследований при динамических испытаниях мостов на зарубежных высокоскоростных магистралях.

6. Теоретическая и практическая значимость

Полученные научные результаты взаимосвязаны и взаимообусловлены, направлены на повышение качества проектирования разрезных балочных пролётных строений мостов в условиях высокоскоростного движения.

Научные результаты выполненных исследований будут способствовать развитию и совершенствованию нормативной базы проектирования мостовых сооружений на высокоскоростных железнодорожных магистралях.

Разработанные модели и методики были внедрены и использованы автором при выполнении работ по разработке нормативных документов и научному сопровождению проектирования высокоскоростной железнодорожной магистрали «Москва – Казань – Екатеринбург» (ВСМ 2)».

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

Оформление диссертации и автореферата соответствует требованиям ГОСТ 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». Автореферат диссертации полностью отражает ее содержание. Список литературы в 213 наименований, в том числе 143 зарубежных источников, свидетельствует о глубоком изучении соискателем поставленной проблемы.

В качестве достоинств диссертационной работы следует отметить подробный и глубокий анализ динамических явлений, сопровождающих взаимодействие пролётных строений мостов и подвижного состава, а также то, что работа доведена до практических рекомендаций для проектирования.

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

1) На рисунках 1.1 – 1.3 названия населенных пунктов на картах приведены на латинице и, если это можно принять обоснованным для зарубежных стран, то для РФ выглядит странным. На рис.1.2 ВСМ «Медина – Мекка» зачем-то помещена на карту Китая. Кроме того, на рис.1.2 помимо отраженных в названии рисунка высокоскоростных железных дорог КНР и Японии показаны ВСМ Республики Корея.

2) На рисунке 3.2 говорится о логарифмической системе координат – это не совсем корректный термин, наверное, правильнее было бы использовать термин «логарифмическая шкала».

3) На рисунках 4.77 и 4.78 – шкала скоростей высокоскоростного поезда от 0 до 60 км/час. Действительно ли рассматривался такой скоростной интервал?

4) При выполнении диссертационных исследований разрабатывались модели пролетных строений без учета совместной работы с опорами и грунтом основания, что на наш взгляд не позволяет в полной мере учитывать особенности динамической работы системы «мост-поезд».

5) Отсутствие собственных натурных экспериментов несколько снижает общий высокий уровень диссертационного исследования.

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 Дьяченко Леонида Константиновича «Динамическое взаимодействие разрезных балочных пролётных строений мостов и подвижного состава на высокоскоростных железнодорожных магистралях» является завершенной 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 Дьяченко Л.К. соответствует критериям, приведённым в пп. 9-14 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения учёных степеней». Автор представленной диссертационной работы Дьяченко Леонид Константинович 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

06.12.2017г

Подпись А.Н. Яшнова заверяю.
Начальник отдела делопроизводства
Управления кадрами и делами СГУПС _____ Т.М. Москвина