

Отзыв
официального оппонента Смирнова В. Н. на диссертацию
на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.23.11 «Проектирование и строительство дорог,
метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей»

ДАНГ НГОК ТХАНЬ

**"РАБОТОСПОСОБНОСТЬ МОСТОВОГО ПОЛОТНА БАЛОЧНЫХ
ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ
ДВИЖЕНИИ"**

Рецензируемая работа посвящена вопросам обеспечения безопасности мостовых сооружений на высокоскоростных железнодорожных магистралях (ВСМ), эксплуатируемых при скорости движения временной подвижной нагрузки до 400 км/ч. Автор работы расширяет понимание безопасности как меру работоспособности моста на ВСМ с безбалластным мостовым полотном при учете сложных динамических процессов, протекающих в системе "поезд - безбалластное мостовое полотно - пролетное строение моста" при высокоскоростном движении подвижного состава. Несомненно, что такое направление исследований является **актуальным** для мостовых сооружений на высокоскоростных железнодорожных магистралях, особенно для нашей страны, где предполагается строительство ВСМ Москва-Казань-Екатеринбург, Москва-Петербург, Москва-Сочи, где перспективным становится интеграция сети ВСМ в транспортный коридор Китай - Европа. Автор уделил особое внимание железобетонным мостам с унифицированными пролетными строениями виде коробчатых балок под два пути с ездой на безбалластном мостовом полотне. Это объясняется стремлением автора использовать результаты своей работы для разработанных отечественными проектными организациями таких пролетных строений.

В первой главе автор проводит краткий анализ конструктивных решений различных типов мостового полотна на ВСМ исходя из мирового

опыта, приходя к выводу, что безбалластное плитное мостовое полотно, включающее бесстыковой рельсовый путь, укладываемый на сборные железобетонные плиты, имеет для мостов ВСМ по сравнению с балластным мостовым полотном несомненные достоинства (низкие эксплуатационные затраты, устойчивость бесстыкового пути против выброса, обеспечение геометрических параметров пути и др.). Из анализа вытекает задача исследования - изучение процессов динамического взаимодействия подвижного состава, плитного мостового полотна с рельсовым путем и балочных пролетных строений моста в условиях высокоскоростного движения. Определена цель работы – оптимизация динамического взаимодействия подвижного состава, мостового полотна и балочных пролетных строений для обеспечения работоспособного состояния мостового полотна, снижения усилий в нем и безопасного движения по мостам ВСМ.

Во второй главе излагается методика математического моделирования динамического взаимодействия элементов системы "мост-путь-поезд". Рассмотрены математические модели, используемые для таких систем. Известные модели взаимодействия в системе "мост-поезд" дополнены включением как элемента системы плитного безбалластного мостового полотна.

Автором разработана математическая модель динамического взаимодействия элементов указанной системы, учитывающая упруго-вязкие связи с переменными свойствами по длине между пролетным строением и плитами мостового полотна, а также между верхними плитами и рельсами. Модель отражает конструктивные решения железобетонных коробчатых унифицированных двухпутных пролетных строений мостов на ВСМ "Москва-Казань". Конструкции приняты в соответствии с проектной документацией, разработанной отечественными проектными организациями для мостов этой магистрали как основной тип пролетных строений. Пролетные строения балочно-разрезной системы с полной длиной

железобетонных балок 23,6; 34,2 и 50,0 м из преднапряженного железобетона с натяжением арматуры на бетон. Особенностью конструкции является устройство мостового полотна в виде двух железобетонных плит, уложенных одна на другую, причем по верху верхней плиты уложен рельсовый путь, закрепленный на верхней плите двусторонними связями, а нижняя плита, изготавливаемая на месте, прикрепляется к железобетонной коробке пролетного строения двусторонними связями с помощью выпусков арматуры. Между верхней и нижней плитами мостового полотна предполагается наличие прокладного слоя из цементного раствора, а по сути, свободного опирания (односторонняя связь).

В третьей главе исследуется динамика описанного выше мостового полотна в условиях высокоскоростного движения, для чего выявляется роль динамических характеристик балок, демпфирования, приводятся сведения о критических скоростях движения и возможности возникновения отрывающих усилий между рельсом и верхней плитой мостового полотна, а также между этой же плитой и нижней плитой, жестко связанной с пролетным строением.. Анализируются усилия в элементах системы в зависимости от вида связей в системе. Рассмотрены различные типы соединения верхних и нижних плит безбалластного пути на мосту и подходах: модель с двухсторонними связями применялась в случае прикрепления верхней плиты к нижней (т.е. к балке, поскольку нижняя плита прикрепляется к балке с помощью выпусков арматуры). Модель с односторонними связями использовалась в случае свободного опирания верхней плиты на нижнюю плиту, жестко связанную с железобетонной балкой. Можно согласиться с автором в том, что внутренние усилия и взаимодействие между элементами мостового полотна значительно возрастают при резонансных и околорезонансных скоростях движения подвижного состава. Поэтому, говорит автор, следует не допускать такие колебания пролетных строений. Однако, как отмечает автор в п. 4.1,

"особенностью высокоскоростных магистралей (ВСМ) является практическое достижение критических скоростей, вызывающих резонанс пролетных строений мостов."

Ценным в диссертационной работе является вывод о весьма значительных отрывающих усилиях в промежуточных рельсовых скреплениях на мостовом полотне, превышающих аналогичные усилия на земляном полотне, что требует особого внимания эксплуатирующих организаций.

Четвертая глава посвящена вопросам устойчивости колеса на рельсе, обеспечивающей безопасное движение высокоскоростного подвижного состава по мостам ВСМ. Рассмотрено ударное воздействие колеса на рельс.

Автор справедливо отмечает, что на безопасность и устойчивость движения колеса влияют такие параметры конструкции, как жесткость подрельсового основания (верхнего строения пути) и демпфирование в нем. Если жесткость узла скрепления регламентируется ГОСТ 34078–2017 «Прокладки рельсовых скреплений железнодорожного пути Технические условия», то демпфирование в скреплении не регламентируется. Необходимость исследовательской работы в указанных направлениях не вызывает сомнений, тем более что, как подчеркивает автор, снижение жесткости подрельсового основания значительно снижает максимальные усилия при ударе и вероятность отрыва колеса от рельса. Но с ростом жесткости узла скрепления на 50% демпфирование в нем должно увеличиться более чем в 30 раз. Следует ли это понимать так, что при увеличении жесткости подрельсового основания на 50 % («жесткое основание») усилия при ударе и вероятность отрыва колеса от рельса настолько возрастают, что для снижения этих усилий до уровня «мягкого основания» необходимо увеличить демпфирование в 30 раз? И как поступать проектировщику для реализации этих рекомендаций?

Автор имеет **личный вклад** в разработку методики динамического взаимодействия элементов системы "поезд - мостовое полотно - мост" в

условиях высокоскоростного движения на мостах ВСМ, ставит и решает задачи исследований методом математического моделирования с сопоставлением полученных результатов с тестовыми задачами, подтверждающими достоверность и обоснованность теоретических положений.

Оценивая работу в целом, следует отметить, что в диссертации решаются актуальные задачи по обеспечению работоспособности безбалластного мостового полотна балочных пролетных строений мостовых сооружений при высокоскоростном движении поездов.

Обращая внимание на то, что использование подробных моделей взаимодействия элементов системы "поезд - безбалластное мостовое полотно - пролетное строение моста" позволило автору повысить современный уровень отечественного проектирования таких сложных сооружений, какими являются мосты на ВСМ, считаю, что работа носит инновационный характер. Как всякая инновационная работа, диссертация затрагивает многие вопросы, которые требуют дальнейшей глубокой проработки.

Автором предложен новый подход к решению задачи динамического взаимодействия элементов весьма сложной структуры, включающей подвижной состав, плитное безбалластное мостовое полотно с рельсовым путем и пролетное строение моста, направленный на обеспечение транспортной безопасности. **Достоверность и обоснованность** теоретических положений вытекает из применения классических методов и моделей динамики сооружений, Работа является законченным в рамках поставленных задач исследованием.

Автором опубликованы 4 печатные работы по теме диссертации, в том числе 3 – в рецензируемых изданиях, включённых в перечень ВАК Минобрнауки России. Основные положения диссертационной работы неоднократно докладывались на научно-технических конференциях и симпозиумах. Таким образом, результаты работы прошли серьёзную

апробацию.

При этом следует отметить, что новый подход к решению задачи динамического взаимодействия элементов системы "поезд- плитное мостовое полотно с рельсовым путем - пролетные строения моста" на ВСМ несомненно, содержит в себе дискуссионные элементы.

С учетом вышеприведенного анализа сформулированы следующие замечания:

1. В название работы целесообразно бы включить слово "безбалластное", чтобы оно звучало как РАБОТОСПОСОБНОСТЬ **БЕЗБАЛЛАСТНОГО МОСТОВОГО ПОЛОТНА БАЛОЧНЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ ДВИЖЕНИИ.** Это название более точно отражает характер исследования.

2. Неясен вывод 3 в 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. При этом прикрепление плит к балке двусторонними связями или применение упругого прокладного слоя между верхней и нижней плитой серьезно снижает уровень усилий при полигармонических колебаниях." Во-первых, какие "другие" скорости? Во-вторых, в утверждении приводятся взаимоисключающие рекомендации. Что делать проектировщику - устраивать упругий прокладной слой между верхней и нижней плитами мостового полотна или скреплять плиты двусторонними связями?

3. Неясен вывод 4 в той же главе: "Упругий слой в виде матов между плитами безбалластного пути делает мост практически незаметным с точки зрения нагрузки на основание подрельсовой плиты". Что за маты, каковы их упругие характеристики?

4. В Заключение диссертации подчеркивается, что с точки зрения обеспечения устойчивости колеса на рельсе для балочных пролетных

строений резонанс следует считать недопустимым. Однако в п. 4.1 диссертации сказано: "Особенностью высокоскоростных магистралей (ВСМ) является практическое достижение критических скоростей, вызывающих резонанс пролетных строений мостов." Согласно действующим нормам проектирования мостов на ВСМ в РФ и мире резонансный режим колебаний пролётных строений в контролируемом режиме допускается. Очевидно, что проблемы возникновения отрывных усилий в рельсовых скреплениях, перегрузки плит мостового полотна а также ударного воздействия колеса и его обезгруживания должны были быть выявлены в ходе длительной эксплуатации мостов с безбалластным мостовым полотном на действующих ВСМ.

5. В п. 2.3 при тестировании алгоритма, использованного автором, целесообразно было бы выполнить сравнение перемещений балки и рельса только для динамической составляющей (без учёта статического прогиба), что позволило бы оценить именно различие результатов динамической задачи, полученных различными методами;

6. В п. 2.3 представлено тестирование алгоритма только для мостового полотна с ездой на балласте. В перспективе целесообразно выполнить сопоставление с известными решениями именно для конструкций **безбалластного** мостового полотна;

7. В табл. 3.5 термин «суспензия» очевидно использован ошибочно;

8. В п. 3.2 сказано, что «...кратные резонансы учитываются нормами проектирования [СП 35.13330.2011] для обычных скоростей движения.» Требуется пояснить, каким образом это выполняется.

9. Поставленные в диссертационном исследовании вопросы обеспечения работоспособности безбалластного мостового полотна балочных пролетных строений при высокоскоростном движении необходимо решать не только в постановке вертикального динамического взаимодействия подвижного состава с плитным мостовым полотном и

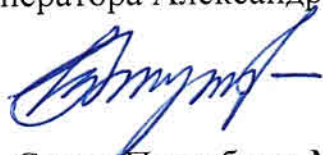
пролетными строения моста, но также с обязательным учётом особенностей взаимодействия элементов системы «мост-бесстыковой путь» с плитным мостовым полотном при температурных и силовых воздействиях, поскольку при этом могут возникать значительные дополнительные усилия в рельсах и других элементах системы. Данное положение следует рассматривать как рекомендацию для дальнейшей исследовательской работы автора.

Замечания не снижают ценности актуальной работы.

Диссертация соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 и приложений 2, 3, 4 Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, утвержденного приказом Минобрнауки России от 10.11.2017 года №1093. Сам автор ДАНГ НГОК ТХАНЬ заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.11 «Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей».

Официальный оппонент

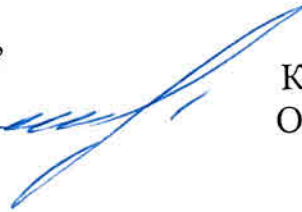
доктор технических наук, профессор кафедры «Мосты»
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Петербургский государственный университет путей
сообщения Императора Александра 1» (ФГБОУ ВО ПГУПС)



Смирнов Владимир Николаевич

Адрес: 190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9
Тел. 8(812)457-81-71
Эл. почта E-m: svn193921@rambler.ru

Ученый секретарь совета университета,
к.т.н., доцент



Колодкин
Олег Владимирович