

## **ОТЗЫВ**

**На автореферат диссертационной работы Савина Александра  
Владимировича «Условия применения безбалластного пути» на  
соискание ученой степени доктора технических наук по специальности  
05.22.06 –«Железнодорожный путь, изыскание и проектирование  
железных дорог»**

### **Актуальность темы**

Актуальность темы продиктована развитием высокоскоростного движения в России (BCM-2, Москва-Казань) и проекта «Евразия», предполагающего связать транспортные системы КНР и Европы через Казахстан, Россию, Белоруссию. В соответствии с техническими требованиями предлагается на BCM-2 реализация движения пассажирских электропоездов со скоростями до 400 км/час, на полигоне «Евразия»-грузовых контейнерных поездов со скоростями до 200 км/час. Опыт стран Европы, КНР, Японии показал, что в указанных условиях эксплуатации наиболее перспективным является безбалластная конструкция пути.

Диссертационная работа А.В. Савина посвящена решению этой важной научно-технологической проблемы, в том числе разработки методики определения условий, при которых целесообразно применение безбалластной конструкции пути с учетом деформативности и затрат на техническое обслуживание.

### **Ценность для науки и практики**

Научная ценность диссертационной работы состоит в предложенном автором расчетно-экспериментальном методе оценки работоспособности конструкций безбалластного пути не только по прочностным характеристикам (первое предельное состояние), но и по деформативным параметрам (второе предельное состояние). Проведен большой объем экспериментальных исследований, позволивший автору проверить адекватность математической модели.

Практическая значимость диссертации состоит в том, что автор на основе расчетов и экспериментов обосновал ряд технических требований к безбалластному пути для условий России и методологию подтверждения соответствия этим требованиям. Это дало возможность определить наиболее рациональные условия применения безбалластного пути с точки зрения технической реализации и экономической целесообразности.

Особый интерес представляет оригинальная оптоволоконная система диагностики, позволяющая в режиме реального времени отслеживать подвижки земляного полотна под безбалластным путем. Применение такой системы повысит безопасность движения и надежность функционирования безбалластного пути.

Проведенные исследования позволили автору разработать ряд нормативных документов, обеспечивающих применение безбалластного пути в условиях российских железных дорог.

**В первой главе** представлен анализ конструкций балластного и безбалластного пути по критериям давления на балласт. В результате проведенного анализа сформирован перечень задач, решение которых позволило достичь поставленной цели, установить технические возможности БВСП, разработать технические требования для безбалластного пути, критерии сравнительной оценки различных конструкций БВСП, оценить срок службы и срок окупаемости.

**Во второй главе** исследованы конструкции БВСП.

Выполнен расчет прочности при статическом нагружении методом профессора Й. Айзенмана. Динамическая задача решалась частотным методом, адаптированным автором к безбалластной конструкции пути. Расчеты выполнены для четырех конструкций бесстыковой конструкции пути – MaxBogl, Alstom, LVT, Tines. Сравнительный анализ результатов расчетов и экспериментальных данных показал устойчивую сходимость результатов расчета. На основании результатов расчета напряжений от воздействия нагрузки от колес грузового вагона и скоростных поездов автором сделан вывод о возможности использования БВСП для грузового и высокоскоростного движения.

Представлены результаты расчетной зависимости сопротивления поперечному сдвигу рельсошпальной решетки на переходном участке пути с двумя дополнительными рельсами внутри рельсовой колеи. Автором доказано, что при изменении длин внутренних рельсов с 2 до 10 м поперечный сдвиг снижается, при дальнейшем увеличении практически не изменяется. Автором сделан вывод о том, что рациональная длина дополнительных рельсов внутри колеи должна быть не менее 10 м.

**В третьей главе** представлены результаты натурных испытаний на Экспериментальном кольце и на Октябрьской железной дороге с 2010 по 2017 г.г. Под руководством автора проведены уникальные испытания различных типов БВСП различных производителей (Rheda, LVT, MaxBogl, Alstom, Tines) и определены более 30 параметров (геометрия рельсовой колеи, осадки пути, трещинообразование, напряжения в элементах,

вибрации, шум, электросопротивление и др.). Автор показал, что отказы БВСП возникают не по первому критическому состоянию (прочность), а по второму критическому состоянию (деформативность). Значения осадки слоя щебеноочно-песчано-гравийного слоя и слоя укрепленного грунта получены при помощи запатентованной с участием автора волоконно-оптической системы диагностики, основанной на эффекте вынужденного рассеяния Мандельштама-Бриллюэна. Вертикальные подвижки (осадки) контролировались в трех уровнях: бетонный слой, защитный слой, земляное полотно. Перемещения слоев грунта под БВСП практически невозможно прогнозировать, поэтому предложенная и реализованная автором оптоволоконная система диагностики является инновационным решением. Выявлены перемещения (осадки) естественного грунта, расположенного под укрепленным (полифилизированным) слоем.

Автором показано, что существенное значение имеет не только сама величина осадки, но и ее неравномерность, когда те или иные участки плиты осаживаются на разную величину.

Сравнительный анализ четырех безбалластных конструкций с учетом весовых коэффициентов их характеристик, полученный методом экспертных оценок показал, что по совокупности характеристик условные места распределились следующим образом: 1 место - MaxBogl; 2 место- Alstom; 3 место - LVT; 4 место – Tines.

**Четвертая глава** посвящена разработке технических требований к безбалластному пути в целом и к его элементам.

Автор на основе анализа мирового опыта, результатов расчетов и натурных испытаний сформулировал технические требования к элементам безбалластного пути (скрепления, переходные участки, несущие слои, земляное полотно).

Основное требование БВСП к земляному полотну состоит в постепенном увеличении модуля деформации от нижних слоев к верхним  $E_1 > E_2 > E_3$ . Выявленные при испытаниях ограничения учтены при расчете стоимости жизненного цикла и условий применения. В качестве технических решений предложено ужесточить контроль однородности характеристик слоев при строительстве и применить оптоволоконную диагностику для своевременного выявления рисков. Апробированы технологии ремонта трещин бетонного слоя, замены бетонных блоков, ликвидации выплеска из-под плиты.

**В пятой главе** автором предложен экспериментально-теоретический метод подтверждения соответствия БВСП заданным техническим требованиям при отсутствии реальных условий эксплуатации.

Предложенный метод позволяет прогнозировать срок службы безбалластной конструкции пути в части пропущенного тоннажа и трудозатрат на текущее содержание. Это стало возможным сделать благодаря применению автором метода, сочетающего натурные испытания и математическое моделирование. На основании испытаний была верифицирована математическая модель.

**В шестой главе** определены границы экономической целесообразности применения БВСП.

### **Замечания**

1. Не в полной мере представлен мировой опыт испытаний и эксплуатации безбалластного пути.
2. В качестве безбалластной конструкции пути на BCM-2 Москва-Казань запроектирована конструкция CRTS III RUS компании «Эр Юань» (КНР). При разнице в конструкциях испытанных БВСП как могут результаты приведенных исследований по деформативности быть использованы при реализации на BCM-2 ?
3. Не отражены технологические особенности монтажа оптоволоконной системы диагностики в процессе строительства пути.

### **Заключение**

Оценивая диссертационную работу Савина Александра Владимировича, необходимо отметить, что указанные выше замечания не влияют на научную новизну, основные выводы и рекомендации. Диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне, написана технически грамотно, качественно оформлена. Результаты исследования полностью отражены в публикациях автора. Текст автореферата полностью соответствует содержанию диссертации.

По содержанию диссертация соответствует специальности 05.22.06 - «Железнодорожный путь, изыскание и проектирование железных дорог» и является завершенной научно-методической работой, решающей важную проблему научного обоснования целесообразности применения безбалластной конструкции пути.

На основании изложенного, работа полностью соответствует требованиям ВАК РФ и Постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842 «О порядке присуждения научных степеней», а ее автор, Савин Александр Владимирович, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по

специальности 05.22.06 - «Железнодорожный путь, изыскание и проектирование железных дорог».

Генеральный директор  
акционерного общества «Научно-  
исследовательский и конструкторско-  
технологический институт подвижного  
состава» (АО «ВНИКТИ»),  
доктор технических наук,  
профессор

Коссов Валерий Семенович

140402, Московская область,  
г. Коломна, ул. Октябрьской  
революции, 410,  
Тел.: +7 (496) 618-82-18  
E-mail: [vnikti@ptl-kolomna.ru](mailto:vnikti@ptl-kolomna.ru)

