

Таким образом становится понятно, что стандартный подход к содержанию пути на таких участках недостаточный. В первую очередь необходимо осуществлять мероприятия по продлению срока службы рельсов на участках с повышенным ресурсом.

Для уменьшения дефектных рельсов и предотвращения появления остродефектных рельсов необходимо предусмотреть качественное выполнение и совершенствование организации следующих мероприятий: высокоскоростное (превентивное) шлифование, активное (стандартное) шлифование, фрезерование, лубрикация рельсов, наплавка рельсов, упрочнение болтовых отверстий, смены и сварки рельсов [3]. Также необходимо рассмотреть разработку рельсов с повышенным ресурсом, это позволит увеличить жизненный цикл верхнего строения пути, снизить себестоимость обслуживания и повысить пропускную способность.

Комплексное применение перечисленных мероприятий позволит существенно увеличить срок службы рельсов, снизить количество дефектов и задержек движения поездов, повысить безопасность и экономическую эффективность эксплуатации железнодорожного пути.

Список литературы

1 Инструкция «Дефекты рельсов. Классификация, каталог и параметры дефектных и остродефектных рельсов» : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 23.10.2014 г. № 2499/р // КонсультантПлюс.Россия : справ. правовая система (дата обращения : 02.10.2025).

2 Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 14.12.2016 г. № 2540/р. – М. : Инфра-М, 2017. – 212 с.

3 Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 14.11.2016 г. № 2288/р // КонсультантПлюс.Россия : справ. правовая система (дата обращения : 02.10.2025).

УДК 656.225.073

УЧАСТКИ ПЕРЕМЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ БЕЗБАЛЛАСТНОГО ПУТИ ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ

А. В. САВИН, С. П. ВАРАВА

*Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (АО «ВНИИЖТ»),
г. Москва, Российская Федерация*

На железных дорогах многих стран мира все большее распространение находит безбалластный тип верхнего строения пути. С 2010 года данная конструкция пути в опытном порядке эксплуатируется и в России [1–3]. Она характеризуется стабильностью, надежностью и экономичностью эксплуатации. Безбалластный путь сопрягается с обычным путем на балласте посредством переходных участков. Опыт эксплуатации в России и за рубежом показывает, что при движении подвижного состава через указанное сопряжение возбуждаются повышенные колебания в вертикальной и горизонтальной плоскостях, следствием которых является прогрессирующее расстройство пути [4, 5].

Затраты на текущее содержание таких участков сопряжения существенно превышают затраты на содержание самого безбалластного пути. По этим причинам их конструкции уделяется особое внимание. Участки переменной жесткости для безбалластного пути по функциональному назначению идентичны участкам на подходах к мостам и тоннелям. В части проектирования, сооружения и эксплуатации таких участков накоплен значительный опыт, которым необходимо воспользоваться при проектировании безбалластного пути.

Радикальным средством устранения специфических расстройств пути в зонах сопряжения разных типов конструкций является создание специальных участков переходного пути, обеспечивающих плавное изменение жесткости.

На Экспериментальном кольце АО «Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» в 2014 году проведены работы по сооружению земляного полотна для испытаний четырех типов безбалластных конструкций пути. LVT (Россия, по Швейцарской лицензии), MaxBogl (Германия), Alstom (Франция), Tines (Польша). Протяженность каждого участка – 75 м. Общая протяженность экспериментального участка – 550 м. Участок прямолинейный. Скорость движения – 80 км/ч. Осевая нагрузка – 23,5 т на ось.

Общая концепция испытаний была такова: лабораторные испытания элементов (узел скрепления и его элементы, блоки, прокладки), затем ресурсные полигонные испытания на Эксперимен-

тальном кольце до 600 млн т брутто, затем эксплуатационные испытания на действующем участке с нормативными скоростями. Каждая из конструкций имела по два участка переменной жесткости для плавного перехода от балластного пути к безбалластному.

Наиболее проблемные места для всех опытных конструкций – это зона сопряжения двух конструкций [2, 7]. Просадки в этих местах достигли 40 мм и требовали периодического проведения работ по текущему содержанию пути с применением выправочной машины ВПП [8]. При таких просадках имеют место провисы шпал, т. е. потеря сцепления подошвы шпал с балластом. Такое явление существенно снижает устойчивость бесстыкового пути.

При строительстве высокоскоростной железнодорожной магистрали Санкт-Петербург – Москва на участках изменения конструкций железнодорожного пути с балластного на безбалластный будут уложены участки переменной жесткости.

В унифицированных решениях разработаны два варианта конструкции переходного участка для скоростей движения до 250 км/ч на перегонах и до 120 км/ч на станциях. Конструкция для скоростей движения до 250 км/ч на рассматриваемом участке не применяется. Конструкция для скоростей движения до 120 км/ч применяется на отдельных пунктах между стрелочными переводами марки 1/25 уложенными на безбалластном основании и 1/18 уложенными на балластном пути. Конструкция участка переходной жесткости представлена на чертеже 960-1356-ТКР5.2.1-ГЧ.10, лист 2. Полная длина участка составляет 30,86 м. В том числе для безбалластного пути – 10,76 м, для пути на балласте – 20,1 м. На участке стыковки безбалластного пути с балластным, под щебеночным балластом устраивается железобетонная плита размером 8 м (длина) × 3,2 м (ширина) × 0,25 м (высота), объединенная с плитой фундамента соседних двух рельсовых плит. В зоне 15 м переходного участка производится склеивание балластной призмы. На переходном участке укладываются шпалы с возможностью крепления дополнительных рельсов и с интегрированными подшпальными упругими прокладками. Для перехода от устоя моста к земляному полотну устанавливают переходной участок специальной конструкции длиной 21,6 м. Для обеспечения изменения жесткости конструкции в основании БВСП устраивается железобетонная плита длиной 12 м, шириной 8,2 м.

На скоростном полигоне Саблино – Тосно Октябрьской железной дороги запланированы испытания данной конструкции участка переменной жесткости. Цель испытаний – определить места, на которых наблюдается наибольшее динамическое воздействие на переходном участке и при необходимости откорректировать конструкцию для обеспечения плавности движения поезда при переходе от балластного пути к безбалластному.

Для этого в различных поперечных сечениях переходного участка будут размещены датчики давления грунта (месдозы) таким образом, чтобы они располагались на границах слоев (слой рейклинга, первый защитный слой, второй защитный слой).

Кроме того, на этих же границах слоев будут размещены геодезические марки (металлические стержни с площадкой в основании в обсадных трубах) для точной геодезической съемки вертикальной осадки различных слоев грунта. Дополнительно геодезическая съемка будет производиться по головке рельса.

Датчики ускорений будут размещаться на рельсе, на подкладке рельсового скрепления, на путевой бетонной плите, на фундаментной бетонной плите и на асфальтобетоне на основной площадке земляного полотна. Такое расположение датчиков позволит оценить степень гашения колебаний в каждом элементе пути и по длине переходного участка при проходе поезда.

Тензодатчики будут размещены на рельсе и на путевой плите для определения механических напряжений в тех же сечениях, где будут размещаться месдозы, датчики ускорений и геодезические марки.

Такой набор и расположение датчиков позволит оценить эффективность работы участка переменной жесткости как элемент плавно меняющего модуль упругости пути при переходе от балластного пути к безбалластному. По результатам этих испытаний будет приниматься решение о необходимости корректировки конструкции участков переменной жесткости и продолжении испытаний на участке Крюково – Новая Тверь Октябрьской ж. д. со скоростями движения до 400 км/ч.

Список литературы

- 1 **Ермаков, В. М.** Опытный полигон на линии Санкт-Петербург – Москва / В. М. Ермаков, Э. Д. Загитов // Путь и путевое хозяйство. – 2011. – № 5. – С. 2–5.
- 2 **Савин, А. В.** Опыт укладки и эксплуатации безбалластного пути LVT / А. В. Савин // Путь и путевое хозяйство. – 2013. – № 5. – С. 31–34.
- 3 **Савин, А. В.** Критерии выбора конструкции безбалластного пути / А. В. Савин // Путь и путевое хозяйство. – 2014. – № 2. – С. 2–8.

- 4 Путь для переходных участков при высоких осевых нагрузках // Железные дороги мира. – 2009. – № 2. – С. 74–77.
 5 Исследование мостов и подходов к ним на участках с интенсивным движением // Железные дороги мира. – 2009. – № 5. – С. 73–77.
 6 Клинов, С. И. Железнодорожный путь на искусственных сооружениях / С. И. Клинов. – М. : Транспорт, 1990. – 144 с.
 7 Савин, А. В. Участки переменной жесткости для безбалластного пути / А. В. Савин // Путь и путевое хозяйство. – 2014. – № 8. – С. 2–6.
 8 Савин, А. В. Испытания безбалластных конструкций пути / А. В. Савин, А. В. Петров, К. И. Третьяков // Техника железных дорог. – 2016. – № 2 (34). – С. 28–38.

УДК 625.142.44

СОСТОЯНИЕ ШПАЛ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ ДЛИННОСОСТАВНЫХ ПОЕЗДОВ

А. В. САВИН

*Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (АО «ВНИИЖТ»),
г. Москва, Российская Федерация*

С. А. ГНЕЗДИЛОВ

АО «БетЭлТранс» (АО «БЭТ»), г. Москва, Российская Федерация

В 2025 г. грузонапряженность на железных дорогах восточного полигона ОАО «РЖД» выросла до 164 млн т брутто в год, при этом количество тяжеловесных поездов в общем поездопотоке составляет около 50 %, в том числе сдвоенных поездов с распределенной тягой и массой до 14200 т. Как правило в таких поездах используются вагоны с осевой нагрузкой 25 т на ось. В этих условиях на некоторых участках в кривых радиусом около 300 м наблюдается выход из строя шпал ранее назначенного ресурса.

Повышение осевых нагрузок подвижного состава увеличивает вертикальные динамические силы, передаваемые на рельсы и, соответственно, на шпалы. Применительно к железобетонным шпалам повышение нагрузок отражается в первую очередь на увеличении изгибных напряжений в подрельсовой части шпал и выразится в росте числа шпал с повреждениями в этой их части.

Увеличение числа шпал с повреждениями в средней части также частично может быть вызвано повышением осевых нагрузок, хотя работоспособность этой части в большей степени зависит от жесткости и состояния подшпального основания.

Силовое воздействие подвижного состава на шпалы, как по величине, так и по частоте повторения, зависит от многих факторов, главными из которых являются осевые нагрузки, в первую очередь, грузовых вагонов, грузонапряженности линии, конструкции и состояния верхнего строения пути (тип рельса, эшюра укладки шпал, род балласта и др.), и состояния подвижного состава.

В результате расчетов по Методике оценки воздействия подвижного состава на путь по условиям обеспечения его надежности [1] (далее – Методика) были получены значения $P_{ш}^{расч}$ при осевой нагрузке 23, 25 и 27 т.

В таблице 1 даны ожидаемые максимальные значения нагрузок и рассчитанные коэффициенты запаса.

Таблица 1 – Вертикальные нагрузки на шпалу и изгибающие моменты в подрельсовом и среднем сечениях шпалы при разном уровне осевых нагрузок подвижного состава

Осевая нагрузка, тс	Нагрузка на шпалу, $P_{ш}$, тс	Изгибающий момент от $P_{ш}$, M_p , тс·м	Изгибающий момент, принятый при разработке типовых шпал, $M_p^{расч}$, тс·м	Коэффициент запаса, $M_p^{расч}/M_p$	Изгибающий момент от $P_{ш}$, M_c , тс·м	Изгибающий момент, принятый при разработке типовых шпал, $M_c^{расч}$, тс·м	Коэффициент запаса, $M_c^{расч}/M_c$
в подрельсовом сечении шпалы				в среднем сечении шпалы			
23	10,14	1,11	1,41	1,3	0,81	1,16	1,43
25	11,3	1,24	1,41	1,14	0,88	1,16	1,32
27	11,91	1,31	1,41	1,1	0,95	1,16	1,22

Способы определения вертикальных сил на шпалы, принятые в Методике, остаются справедливыми и при повышении осевых нагрузок подвижного состава, и значения этих сил, указанные в таблице 1, могут быть использованы при исследовании повреждаемости шпал.