

А. Ф. Колос, И. С. Козлов

Петербургский государственный университет путей сообщения

СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ВЕРХНЕГО СТРОЕНИЯ ПУТИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СКОРОСТНЫХ И ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЛИНИЙ

Рассматриваются технические характеристики новейших конструкций верхнего строения железнодорожного пути, исследуемых в условиях скоростного и высокоскоростного движения поездов.

безбалластная конструкция, верхнее строение железнодорожного пути.

Введение

Вся история развития железнодорожного транспорта связана со стремлением к повышению рабочих скоростей движения поездов, минимальному времени нахождения в пути, увеличению провозной способности магистралей и повышению комфортабельности пассажиров.

Еще в 1847 г. в Англии, на одном из участков Большой Западной железной дороги протяженностью 92 км, пассажирские поезда достигали скорости 93 км/ч. Во Франции в 1890 г. паровоз *Crampton* с поездом массой 157 т развил скорость 144 км/ч. В Германии в 1903 г. первый электрический моторный вагон при испытаниях на участке железной дороги Цоссен – Мариенфельд развил скорость 210 км/ч. В 50–60-х гг. XX столетия в ряде стран осуществлялись научные исследования и инженерные разработки по созданию высокоскоростных железных дорог, рассчитанных на движение со скоростями свыше 200 км/ч. В настоящее время высокоскоростные железные дороги обеспечивают не только высокую скорость передвижения, но и более высокий уровень надежности и безопасности, комфорта, экономичности. Суперпоезда, построенные на основе новейших технологий, способные развивать скорость 300–350 км/ч, успешно конкурируют с автомобильным транспортом и авиацией.

Высокоскоростной наземный транспорт (ВСНТ) в современном понятии – это железнодорожный транспорт, обеспечивающий движение поездов со скоростью более 200 км/ч. ВСНТ существует в основном как колесный подвижной состав, перемещающийся по рельсовому пути.

Одним из основных направлений развития железнодорожного пути является создание конструкции пути с высокой стабильностью, требующей при заданном уровне надежности минимума совокупных затрат на устройство, ремонт и текущее содержание.

Для реализации поставленной цели ОАО «РЖД» расширяет сферы применения бесстыкового пути, создает и совершенствует конструкции верхнего строения, в частности, разрабатывает конструкции, дифференцированные по условиям эксплуатации: для высокоскоростного и тяжеловесного движения, участков с совмещенным движением грузовых и скоростных пассажирских поездов, для различных климатических условий и т. д. Работы проводятся на основе функционально-стоимостного анализа конструкций пути и его элементов, корректировки норм устройства и содержания пути, новых эффективных технологий его ремонта и содержания, использования современных путевых машин повышенной производительности и надежности, совершенных средств диагностики и мониторинга состояния пути с прогнозом остаточного ресурса. Все это направлено на оптимизацию стоимости жизненного цикла конструкции пути, обеспечение гарантированной безопасности движения.

1 Общие сведения о безбалластных конструкциях верхнего строения железнодорожного пути

В настоящее время большинство развитых стран сооружают и эксплуатируют железнодорожный путь с использованием балластной призмы из гранитного щебня различной прочности. Однако немецкие, китайские специалисты и специалисты других стран разработали и активно пропагандируют, в основном на внешнем рынке, безбалластное верхнее строение пути. При несомненных достоинствах этого предложения у него есть большой недостаток – высокая стоимость строительства железнодорожного пути. Она возрастает в 5–6 раз в зависимости от конкретных условий по сравнению со стоимостью рельсошпальной решетки, опирающейся на балластную призму.

Надежность железнодорожного пути определяется стабильностью, прежде всего, подшпального основания. Опыт эксплуатации магистральных железных дорог, в том числе скоростных и высокоскоростных, за рубежом показывает, что одним из возможных вариантов конструкции верхнего строения пути является железнодорожный путь на безбалластном (плитном) основании. Требования экономичности в расчете на весь срок службы конструкции пути формулируются достаточно просто: устойчивость, безопасность и сохранение геометрических параметров в течение длительного времени, что в целом определяет его стабильность. В этом отношении путь на плитном основании выгодно отличается от пути на балласте, поскольку намного дольше сохраняет стабильное положение.

В различных источниках отмечено, что преимущества пути на плитном основании определяются следующими аспектами:

- статические и динамические нагрузки на верхние слои земляного полотна пути на плитном основании снижаются благодаря лучшему распределению силовых воздействий;

- путь на плитном основании после укладки сохраняет стабильное положение в 2–3 раза дольше, чем путь на балласте;

- плитная конструкция пути оказывает практически неограниченное сопротивление поперечным силам, она имеет высокую собственную массу, обеспечивая тем самым хорошую устойчивость даже под действием интенсивных сжимающих сил при повышении температуры рельсов;

- отсутствие вылетающих частиц балласта исключает нанесение повреждений подвижному составу и напольным устройствам;

- невозможность роста растительности в пути на плитном основании исключает необходимость борьбы с нею;

- устойчивое положение пути снижает динамические силы, действующие на ходовую часть подвижного состава;

- эксплуатация линии на плитном основании возможна более продолжительное время в силу меньших затрат времени на текущее содержание.

В Российской Федерации скоростное и высокоскоростное движение в основном организовано при использовании конструкции верхнего строения пути на балласте. Однако ОАО «РЖД» принимает активные попытки повышения надежности и безопасности движения поездов с высокими скоростями. В настоящее время в ПГУПС, на кафедре «Управление и технология строительства» проводятся активные исследования безбалластных конструкций верхнего строения пути типа *Rheda* (Германия), *Rail one* (Германия) и *LVT* (*Low Vibration Track*).

2 Безбалластная конструкция верхнего строения пути RHEDA

В связи с организацией обращения скоростных и высокоскоростных поездов по линии Санкт-Петербург – Москва и Санкт-Петербург – Госграница ОАО «РЖД» на перегоне Саблино – Тосно в 2010 г. сооружен опытный участок пути на плитном основании (*Rheda*). Справедливости ради необходимо отметить, что за год до строительства опытного участка на перегоне Саблино – Тосно небольшой участок безбалластной конструкции верхнего строения железнодорожного пути типа *Rail one* длиной 25 м был уложен на экспериментальном кольце ВНИИЖТа (ст. Щербинка, Москва). Общий принципиальный вид конструкции пути типа *Rheda* приведен на рис. 1.

Конструкция уложена на прямом участке при бесстыковом пути с шириной колеи 1520 мм. Верхнее строение пути состоит из рельсов типа Р65,

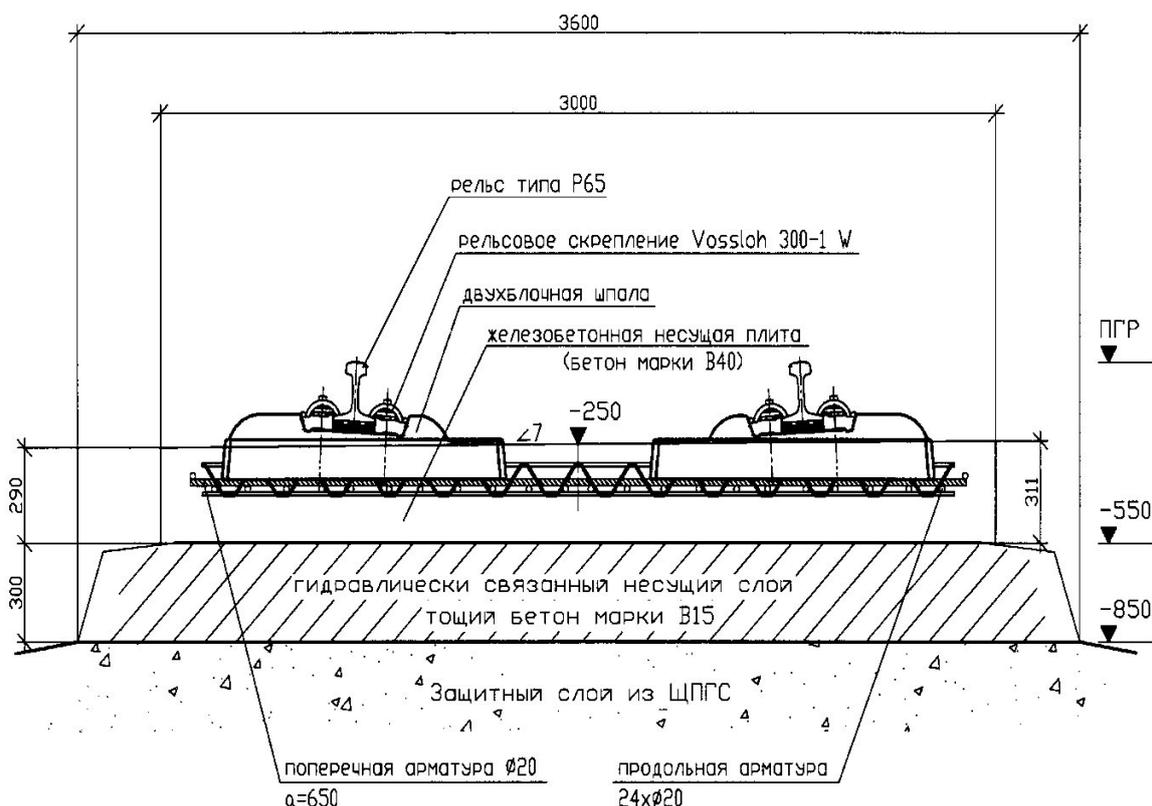


Рис. 1. Путь безбалластной (плитной) конструкции *Rhedal*

промежуточных рельсовых креплений *Vossloh 300-1 W*, двухблочных железобетонных шпал, которые замоноличены в железобетонную несущую плиту толщиной 0,3 м из бетона марки В40, поперечной и продольной арматуры диаметром 20 мм. Несущая железобетонная плита опирается на гидравлически связанный несущий слой из тощего бетона марки В15 толщиной 0,3 м. Под слоем тощего бетона устроен защитный слой из щебеночно-песчано-гравийной смеси (ЩПГС) мощностью 0,4 м. Земляное полотно отсыпано песком средней крупности. Между защитным слоем из ЩПГС и песком уложен разделительный слой из композитного материала (дорнит). Земляное полотно представлено насыпью высотой 2 м. Основание прочное, сложенное глинистыми грунтами.

3 Безбалластная конструкция верхнего строения пути LVT

В 2011 г. на экспериментальном кольце ВНИИЖТа (ст. Щербинка, Москва) сооружен опытный участок с конструкцией типа *LVT* (*Low Vibration Track* – путь пониженной вибрации).

Безбалластная конструкция верхнего строения железнодорожного пути типа *LVT* показана на рис. 2, 3.

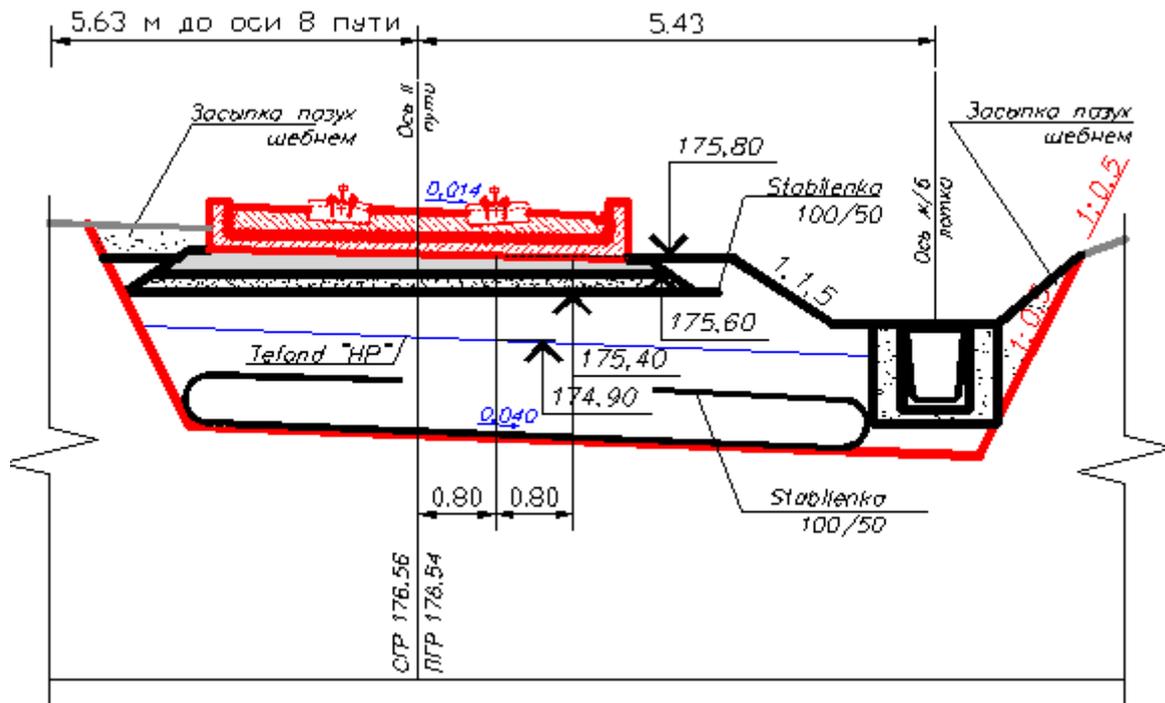


Рис. 2. Безбалластная конструкция верхнего строения железнодорожного пути типа *LVT*



Рис. 3. *LVT* на экспериментальном железнодорожном кольце ВНИИЖТа

Опытный участок представляет собой земляное полотно, отсыпанное дренирующим грунтом, усиленное геотекстилем *Stabilenka* и георешеткой *Tefond «HP»*. Основная площадка земляного полотна укреплена щебеночно-песчано-гравийной смесью (ЩПГС). Конструкция верхнего строения пути состоит из слоя тощего бетона, железобетонного корыта (конструкция, моделирующая тоннельную обделку) и забетонированных в корыте специальных железобетонных полушпал с рельсами Р65 на скреплениях *Vossloh*. Полушпалы забетонированы в монолитной плите в резиновых чехлах. Такое решение призвано снизить уровень вибрации, передающийся от поезда.

Заключение

Опыт эксплуатации безбалластных конструкций верхнего строения пути железных дорог Германии оказался положительным [1, 2]. Путь хорошо сохраняет геометрические характеристики, в том числе в вертикальной плоскости, и не претерпевает никаких изменений под действием нормальных эксплуатационных нагрузок.

На данный момент на российских экспериментальных участках в бетоне верхней несущей плиты на обеих безбалластных конструкциях наблюдается активное трещинообразование.

В настоящее время перед отечественными отраслевыми научно-исследовательскими институтами стоит задача оценить работу безбалластных конструкций верхнего строения железнодорожного пути в российских условиях, определить их достоинства и недостатки, а также целесообразность и сферы рационального применения в нашей стране.

Библиографический список

1. *Railway Technical Review* / Н. Huesmann. – 2005. – № 3. – Р. 13–19.
2. **Путь** на плитном основании // Железные дороги мира. – 2006. – № 4. – С. 64–67.