

Новые путевые структуры

Для поддержания традиционного железнодорожного пути на балласте в должном состоянии, соответствующем современным требованиям к качеству пути для интенсивного движения поездов, необходимы значительные инвестиции, сложные технические средства, большие затраты труда и высокая квалификация исполнителей. Предложены новые типы путевых структур, применение которых, как полагают, может упростить решение проблемы обслуживания пути.

Разнообразные машины для доставки, распределения, подбивки и очистки балласта являются непрерывной принадлежностью современной компании, занимающейся текущим содержанием и ремонтом пути. И такие компании, и компании-операторы железных дорог должны тратить много времени, сил и средств для сохранения требуемых характеристик пути, представляющего собой традиционное сочетание рельсов, рельсовых скреплений и шпал на балластной призме и претерпевшего, в принципе, весьма незначительные изменения в течение более чем полутора веков.

Естественно, предпринимались попытки облегчить решение этой проблемы, для чего предлагались разные способы.

Первый из них предполагал применение полимерных усиливающих структур, вводимых в толщу балласта в целях улучшения его характеристик и продления срока службы. Данный способ имеет определенные достоинства с точки зрения снижения расходов на текущее содержание верхнего строения пути и повышения уровня безопасности движения поездов, а также позволяет более эффективно использовать меньший парк путевых машин и персонал сокращенной численности.

Второй способ связан с применением различных разновид-

ностей безбалластного пути и дает возможность коренным образом изменить практику обслуживания пути с уменьшением объема путевых работ и обеспечением при этом поддержания требуемых его параметров.

Следует отметить, что, как это ни парадоксально, данный способ наиболее подходит к железным дорогам развивающихся стран (в европейском контексте — стран Центральной и Восточной Европы), которые более свободны в выборе оптимальной конструкции путевой структуры, поскольку не накопили достаточной инерции в поисках подхода к решению проблем балластного пути. Таким образом, эти железные дороги могут сделать своего рода технологический скачок и сразу перейти от путевой структуры весьма устарелой конструкции к одному из современных типов путевых структур следующего поколения, более эффективных с технической и экономической точки зрения, пропустив стадию балластного пути с паллиативными усовершенствованиями.

Особенности поведения балласта в пути

Нарушения геометрии пути, выражающиеся, главным образом, в осадке балласта и земляного полотна, являются основным

фактором, определяющим сроки и объемы путевых работ. При этом следует отметить, что именно балласт представляет собой основной компонент путевой структуры, так как от него зависит способность пути воспринимать и оптимально распределять динамические нагрузки от движущегося подвижного состава. Кроме того, именно путем исправления балластной призмы можно восстанавливать параметры и несущую способность путевой структуры, особенно в случае ослабления основания пути.

Вместе с тем балластный слой чаще всего склонен к искажению заданных геометрических очертаний верхнего строения пути, главным образом в вертикальной плоскости, и в этом отношении он гораздо податливее подбалластного слоя или земляного полотна и в большей степени, чем они, подвержен осадке.

Механизм нарушения целостности балластного слоя можно вкратце охарактеризовать следующим образом. При проходе поезда на балласт воздействуют циклические нагрузки переменной направленности: когда колесная пара находится непосредственно над конкретной шпалой, нагрузка максимальной амплитуды направлена вниз, а когда над шпалой нет колесной пары, балласт в силу определенной упругости приподнимается вверх. Циклы знакопеременных нагрузок создают в балласте напряжения, достаточные, чтобы как изменить взаимное расположение частиц балласта, так и вызвать их разрушение.

Пути решения проблем балласта

Последствия осадки пути и иных нарушений его геометрии чаще всего устраняют путем подбивки балласта и выправки. Однако подбивка влечет за собой еще большее разрушение частиц балласта

та ввиду сильного механического воздействия на них, также связанного со знакопеременными нагрузками. Периодически повторяемые операции по подбивке, входящие в качестве неотъемлемой части в комплекс работ по обслуживанию верхнего строения пути, постепенно ведут к потере прочности и жесткости балластного слоя. Отрицательные последствия этого процесса наиболее явно сказываются, когда измельчение балластного материала достигает критической степени и балласт теряет не только механические свойства, но и способность должным образом отводить воду с пути. На этой стадии балласт необходимо очищать или заменять, что требует большого объема путевых работ и обуславливает задержку движения поездов.

Для решения этой проблемы есть два пути: или улучшать характеристики балласта как такового в целях повышения срока его службы без утраты нужных свойств, или отказаться от пути на балласте в пользу безбалластного пути на жестком основании (рис. 1).

Путь улучшения характеристик балласта имеет определенные достоинства, поскольку может быть реализован на существующей путевой структуре. Путь перехода на безбалластный путь более приемлем при строительстве новых или коренной реконструкции действующих линий, но также может быть использован железными дорогами, не располагающими достаточными

техническими возможностями для решения проблемы с использованием первого подхода.

Хотя путь на жестком основании в настоящее время считается предпочтительным для укладки в тоннелях или на высокоскоростных линиях, его применение на обычных линиях еще не вышло из стадии экспериментов. Это отчасти можно объяснить инерционностью мышления — если на железной дороге инвестированы значительные средства в приобретение техники для работ с балластным путем и имеется соответствующим образом подготовленный персонал, трудно решиться на столь радикальные перемены.

Представляющий определенный интерес опыт по использованию полимерных материалов для усиления балластного слоя имеется на железных дорогах Великобритании. Здесь в балластный слой закладывают геокомпозитный материал типа XiTrack, который улучшает поведение балласта в пути и доводит прочность и жесткость путевой структуры до заданных значений без ухудшения таких положительных характеристик балласта, как способность отвода воды.

Материал XiTrack представляет собой изготовленный по особым техническим условиям вязкоупругий полимер, который при нанесении на поверхность балластного слоя обладает свойством затвердевания с образова-

нием трехмерной армирующей решетки, расположенной на глубине, соответствующей реологии полимера. Обработанный таким образом путь сохраняет свои геометрические параметры в течение длительного времени, что уменьшает потребность в работах по обслуживанию. Предпринимаются усилия по дальнейшему развитию данной технологии с тем, чтобы можно было вводить полимер XiTrack непосредственно в толщу балластного слоя, что, как полагают, еще более улучшит его характеристики.

Безбалластный путь считается более дорогим, чем путь на балласте, поскольку расходы на его укладку примерно в 1,3–1,5 раза выше. Однако анализ затрат жизненного цикла показывает, что с учетом сокращения примерно на 30–80% расходов на текущее содержание и ремонт путь на жестком основании в конечном итоге обходится дешевле.

Следует отметить, что в современном безбалластном пути преимущественно применяются рельсы, подрельсовые опоры (заглубленные в бетон шпалы или блоки) и рельсовые скрепления практически тех же типов, что и в пути на балласте. Это усложняет и удорожает верхнее строение пути и не позволяет существенно снизить затраты на инспектирование, текущее содержание и ремонт такого важного элемента путевой структуры, как крепление рельсов к опорам.

Вместе с тем есть примеры использования иного подхода — с заглублением рельсов непосредственно в бетонное основание пути, как это имеет место на некоторых линиях трамвая или железных дорог облегченного типа. Применение заглубленных рельсов на линиях обычных железных дорог только начинается и ограничено путем в тоннелях и на эстакадах, где более высокая строительная стоимость оправдана иными соображениями.



Рис. 1. Безбалластный путь на одном из участков магистрали Западного побережья в Великобритании

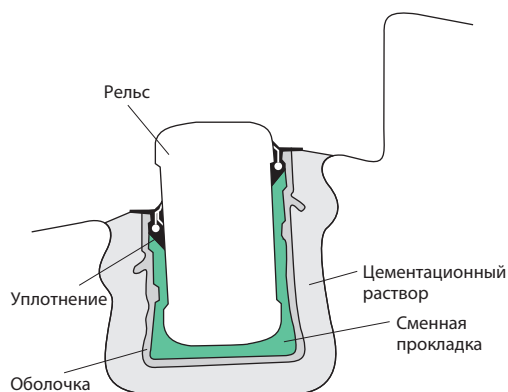


Рис. 2. Путевая структура типа BBEST

Новые решения для безбалластного пути

Несмотря на очевидность того, что путь на жестком основании по затратам жизненного цикла может быть дешевле балластного, есть важное препятствие к более широкому распространению данной технологии, заключающееся в более высоких начальных расходах при еще неполной уверенности в снижении эксплуатационных.

Однако безбалластный путь с заглубленными рельсами находится в процессе постоянного совершенствования путем применения более эффективных материалов и уменьшения стоимости. Некоторые из самых последних конструкций таких путевых структур по начальной стоимости приближаются к обычному балластному пути и, таким образом, в данном аспекте могут быть реальной ему альтернативой.

В одной из таких конструкций рельс фиксируется в специальном желобе или канале, выполненном в бетоне основания пути, с использованием жидкого и впоследствии затвердевающего полимерного клеящего вещества. Эта конструкция также постепенно улучшается. Так, в целях уменьшения требуемого для фиксации рельса количества полимера применяются дополнительные заполнители конструк-

ционных полостей, а по сторонам и под подошвой рельса помещаются блоки из упругого эластомера. В случае, когда необходимо предотвратить утечку тока в землю (это требование актуально, в частности, для железных дорог Великобритании), на рельсы в процессе изготовления наносится изолирующее покрытие.

Затем стали доступными высокоэффективные микроячеистые полиуретаны, применение которых дало возможность изготавливать элементы крепления рельсов с намного лучшими характеристиками с точки зрения восприятия динамических нагрузок и гашения шума и вибраций. Эту технологию использует, например, компания Balfour Beatty в путевой структуре типа BBEST, плиты основания которой с соответствующими углублениями изготавливаются методом формования в скользящей опалубке с последующим вводом в углубления упругих элементов крепления, заделкой рельса и заливкой цементационным раствором.

Данный метод позволяет реализовать практически непрерывный процесс строительства пути.

В большинстве путевых структур подобного типа используют обычные широкоподошвенные рельсы Виньоля или желобчатые. Хотя традиционные рельсы перво-

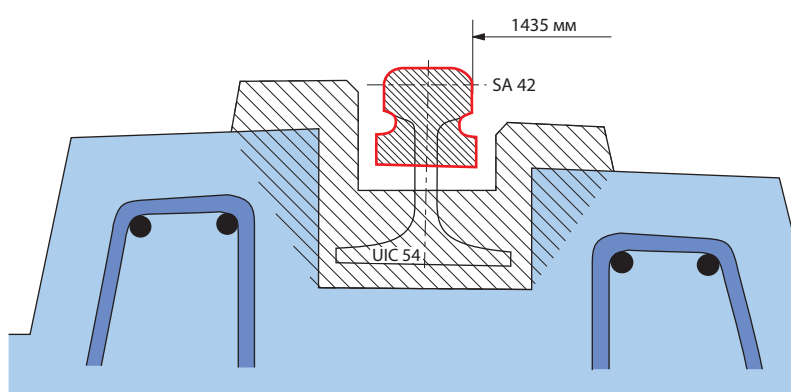


Рис. 3. Путевая структура компании Edilon

начально не рассчитывались на такое применение (с заглублением в основание пути), в их пользу говорит широкая доступность и обеспечение совместимости с рельсами, уложенными в особых местах пути, например на стрелочных переводах и глухих пересечениях. Такое компромиссное решение использовано, в частности, в путевой структуре типа STS M-Bed.

С другой стороны, постепенно находят применение рельсы специального профиля, дающие возможность более полного использования преимуществ новых путевых структур. Так, в структуре типа BBEST компании Balfour Beatty (рис. 2) предусмотрено применение совершенно необычных рельсов почти прямоугольного, без выемок и выступов, сечения с закруглениями на гранях, которые в случае необходимости можно легко извлекать из углубления в основании пути. В другой структуре компании Edilon (рис. 3) предусмотрена возможность применения рельсов как обычной (например, типа UIC 54), так и уменьшенной (типа SA 42) высоты; в последнем случае в плитах основания пути можно выполнять углубления намного меньшей ширины и глубины, что усиливает их конструкцию.

R. Wolfendale. *European Rail Outlook*, 2006, № 6, p. 6–8.