

### III БЕЗОПАСНОСТЬ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

УДК 625.12

#### АНАЛИЗ ОПЫТА УСИЛЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ

*Г. В. АХРАМЕНКО, И. П. ДРАЛОВА, Т. А. РУДЕНКО*  
*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Усиления верхнего строения пути становится все более актуальным. Хозяйством пути и сооружений много внимания уделяется оздоровлению земляного полотна, отмене предупреждений, снижению скорости движения, сокращению протяженности пути с деформациями земляного полотна. Это приобретает все более важное значение, поскольку требования к состоянию железнодорожного пути и земляного полотна существенно повышаются в связи с ростом нагрузок и скоростей движения поездов.

Сейчас происходит повышение экономической эффективности железных дорог, увеличение удельной массы перевозимых грузов. Выпускается подвижной состав нового поколения. Динамическое воздействие поездов на путь выросло до 32 тонн на ось и более, что при отсутствии усиления конструкции пути крайне усложняет его содержание. Другой важный фактор – значительное повышение скоростей движения: для грузовых поездов до 120–160 км/ч, для пассажирских при скоростном движении до 200–250 км/ч, при высокоскоростном – до 350 км/ч, что уже реализуется в странах Европы.

В связи с этим возникают дополнительные требования при укладке верхнего строения пути для высокоскоростных магистралей: радиусы кривых в плане 3–5 км; ровность пути после шлифовки до 0,2 мм/м, упругие осадки пути не должны быть более 2 мм. Поэтому необходимо проводить подготовку пути – усиление жесткости основания верхнего строения, то есть подбалластной зоны.

Европейский опыт укладки пути для высокоскоростных магистралей может быть полезен и для Белорусской железной дороги. Во Франции на пути с рельсами UIC-60, на железобетонных шпалах и балластном основании реализована скорость 574 км/ч. Сеть высокоскоростных магистралей стремительно растет, охватывая Италию, Испанию, Англию, Бенилюкс, Скандинавские страны. Скоростная магистраль из Финляндии достигла станции Выборг в России. Следует отметить, что верхнее строение пути на европейских ВСМ укладывают на два слоя: песчано-гравийный и щебеночный. Каждый слой разравнивают с точностью до сантиметра. Затем уплотняют виброкатками для придания необходимой прочности. После укладки рельсошпальной решетки и добавления щебня пропускают динамический стабилизатор. Такая технология обеспечивает долговременную стабильность балластной призмы, способствует уменьшению упругих деформаций и достижению ровности пути. При необходимости улучшают свойства и состояние грунтов обработкой цементом, известью, введением в конструкцию защитных слоев пенопласта, железобетонных плит, асфальтобетона. На итальянских железных дорогах в технологических процессах предусматривается полив битумом основной площадки перед укладкой нового щебеночного материала.

Надежность верхнего строения обеспечивается, в первую очередь, стабильностью подбалластной зоны, что существенное влияние на упругую осадку пути оказывает грунтовая среда. С увеличением жесткости подбалластной зоны значительно уменьшаются вертикальные перемещения (упругие осадки). Повышение жесткости достигается, прежде всего, использованием для насыпей песчаных грунтов или наличием в верхней части насыпей защитных слоев из песчаных и песчано-гравийных смесей. Такой способ эффективен для строящихся линий ВСМ. При этом в выемках необходима вырезка глинистых грунтов в подбалластной зоне и замена на песчаные, песчано-гравийные.

На эксплуатируемых и реконструируемых под высокие скорости и нагрузки линиях использование защитных слоев большой толщины (до 1 м и более) затруднительно, особенно при выполнении работ в «окно». Поэтому все большее распространение получают методы усиления основной площадки подбалластной зоны синтетическими материалами (органические (битумные) вяжущие,

полимерные смолы, латекс, полистирол и т. п.). Возможно применение также минеральных, органических или химических реагентов. Выбор способов для усиления подбалластной зоны определяется конкретными условиями магистрального пути или стрелочных переводов на станциях. Актуальность этих мер возрастает в связи с усилиями службы пути и сооружений по увеличению финансирования и расширению фронта работ при капитальном ремонте и реконструкции железнодорожного пути, комплексной реконструкции инфраструктуры железных дорог.

УДК 656.2.08

## ОБЩЕТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Г. В. АХРАМЕНКО, Т. А. РУДЕНКО

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В современном мире железнодорожный транспорт приобретает все большее значение как важный фактор развития экономики, который требует увеличения скорости поездов, а это, в свою очередь, ведет к усилению взаимовоздействия транспортного средства и пути. Скорость, надежность и безопасность являются важнейшими характеристиками железной дороги.

Так как задачи принятия оптимальных управленческих решений очень сложны, то необходимо совершенствовать общетеоретические подходы к повышению безопасности и эффективности работы железнодорожного пути как сложной технической системы. В рыночных условиях безопасность и надежность железнодорожного транспорта для потребителя важны с точки зрения способности работать по графику, четко, надежно, слажено и обязательно без аварий. Отсюда вытекает, что необходима оценка качества состояния пути, т. е. с какой скоростью может быть пропущен транспортный поток по участку с учетом фактической надежности и безопасности пути.

Безопасность железнодорожного пути зависит от многих факторов, в том числе от конструкции и геометрического строения рельсовых путей, а также от надежности подрельсового основания, от исправной работы которого зависит бесперебойность и безопасность движения поездов. Неадекватность связей рельсов со шпалами приводит к нарушению ширины колеи и угону пути, а шпал с балластом – к накоплению остаточных продольных и поперечных смещений всей рельсошпальной решетки. Ликвидация последствий отказов горизонтальных связей требует выполнения сложных и трудоемких работ по регулировке ширины колеи, рихтовке пути и регулировке зазоров. Отказы связей часто происходят на участках с мощным верхним строением пути, имеющим небольшой наработанный тоннаж.

Решение задачи создания конструкций верхнего строения пути, имеющих необходимую надежность связей рельсов с основанием, требует нового методологического подхода. Такой подход может быть основан на теории надежности, теории взаимодействия пути и подвижного состава, теории взаимодействия элементов рельсошпальной решетки под поездной нагрузкой, учёте экспериментальных данных и нормативных документов.

Использование физических закономерностей, описывающих старение конструкции пути и возрастание со временем силового воздействия на неё от подвижного состава, позволяет получить модели для оценки изменения безотказности связей рельсов с основанием и рассмотреть влияние основных факторов, определяющих уровень надежности пути.

Применение модели нормального распределения обусловлено следующим: отказы шпал вызваны многими факторами, каждый из которых оказывает определенное воздействие на развитие дефектов; теоретическое распределение должно иметь монотонно возрастающую функцию интенсивности отказов, так как известно, что с ростом наработки повышается интенсивность отказов шпал.

Прочность и эксплуатационную надежность конструкции и геометрического строения обеспечивает ограничение динамического воздействия транспортных средств с помощью эластичного крепления рельсов. Надежность конструкции достигается путем замены болтовых соединений эффективными заливочными массами. Повышение стойкости геометрического строения пути предусматривает ограничение нарастания вертикальных и горизонтальных неровностей. Достичь указанных целей можно использованием безбалластных конструкций, ключевым элементом которых является эластичное крепление рельсов.