

ную глубину от подошвы шпалы) измеряли напряжения от динамических нагрузок на определенной глубине. Получили, что напряжения на основной площади земляного полотна снижаются с увеличением глубины укладки защитного слоя с приближением его к основной площадке.

Один из участков, выбранных для исследований эксплуатационных характеристик, имел современную конструкцию верхнего строения пути (рельсы Р65, шпалы ШС-1, скрепления КБ, щебеночный балласт), уложенного на земляное полотно, состоящее из песчаных грунтов и представляющее собой насыпь высотой 2 м. В основании насыпи – торф. Армирующие прослойки устраивали из георешеток (можно без снятия рельсошпальной решетки) в комплексе с глубокой очисткой щебня с помощью РМ 80.

Рулоны плоскостных георешеток раскатывали на основной площадке земляного полотна между подпутной балкой и местом засыпки в путь очищенного щебня. Георешетку в один слой размещали на границе земляного полотна и балластного слоя под шпалой на глубине 40 см и с уклоном 0,04 в полевую сторону. Двухслойную конструкцию из плоскостных георешеток использовали при повторном проходе РМ 80 на поверхности среза (20 см от подошвы шпалы).

Впервые в отечественной практике для укладки объемной георешетки применялись машины для глубокой очистки щебня. После вырезки балласта выгребной цепью сложенную секцию георешетки заводили под рельсошпальную со стороны обочины. Операцию выполняли четыре монтера пути во время остановки РМ80. После закрепления короткой стороны модуля металлическими скобами подвижную сторону растягивали под машиной в направлении ее движения непосредственно в процессе глубокой очистки. Секции георешеток скрепляли между собой металлическими скобами и заанкеривали в грунт основной площадки.

Эффективность применения георешеток подтвердили также штамповые испытания на стенде, в результате которых определяли численные значения модуля деформации предлагаемых конструкций усиления основания пути.

В докладе приводятся рекомендации и предложения по рациональным сферам применения усиления земляного полотна для повышения безопасности движения поездов.

УДК.625.17.62-192

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПУТИ ЗА СЧЕТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЕГО КОНСТРУКЦИЙ

Г. Г. ЖЕЛНИН, В. С. ЛЫСЮК, А. М. ТЕЙТЕЛЬ

Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта

Стремление обеспечить безопасность движения поездов при минимальных расходах на текущее содержание и ремонты пути вызывает необходимость совершенствования конструкции пути. Здесь возникает задача – куда вкладывать деньги: или в повышение материалоемкости (надежности) конструкции пути, или в текущее содержание и ремонты. Естественно, что «малообслуживание» пути требует значительных затрат в создание надежного пути, и наоборот, экономия на материалоемкости (надежности) пути вызовет увеличение затрат на его текущее содержание и ремонты.

Повышение грузонапряженности отечественных железных дорог во второй половине XX века сопровождалось повышением материалоемкости железнодорожного пути. Материалоемкость и техническое состояние верхнего строения пути на железных дорогах МПС РФ в настоящее время находятся на уровне показателей наиболее развитых стран, например, американских железных дорог. Более 95 % развернутой длины главных путей уложено рельсами типа Р65 и тяжелее. Прочность типовой конструкции верхнего строения пути наших дорог (рельсы типа Р65, железобетонные или деревянные шпалы в количестве 1840 шт./км, щебеночный балласт) обеспечивает безопасное обращение грузовых поездов с повышенными осевыми нагрузками. Избыточный по условиям прочности погонный вес рельсов повышает их технический ресурс и позволяет применять ступенчатую систему использования старогодных рельсов при перекладке их на второстепенные пути. Анализируя данные по техническому состоянию верхнего строения пути следует отметить, что:

- темпы внедрения бесстыкового пути явно недостаточны;
- протяжение пути на железобетонных шпалах ($\approx 35\%$) явно не соответствует потребностям и должно быть увеличено, особенно учитывая высокий процент негодных деревянных шпал в главных путях ($\approx 10\%$);

- необходимо снижать процент негодных переводных брусьев из дерева ($\approx 11\%$);
- количество дефектных стрелочных переводов в главных путях велико (более 6%);
- протяжение пути с загрязненным щебеночным балластом, нуждающимся в очистке, составляет $16,4\%$.

До 80% эксплуатационных расходов при текущем содержании звеньевой конструкции пути составляют затраты на выправку стыков. Поэтому стратегическим направлением развития конструкции пути является бесстыковой путь.

Характеристики и параметры пути, определяющие его надежность и в конечном счете расходы на его содержание, можно разделить на следующие группы:

- конструкционные характеристики (погонный вес рельса, тип шпал, число шпал, род балласта, толщина балласта);
- физико-механические характеристики (моменты инерции и сопротивление рельса, твердость рельсовой стали, жесткость скрепления, жесткость шпалы, модуль упругости подрельсового основания, вязкое трение в элементах пути, неравножесткость по протяжению, сопротивление сдвигу и т. д.);
- геометрические характеристики (длина и амплитуда неровностей на поверхности катания рельсов, характеристики состояния колеи в плане профиля и по уровню).

Технические параметры и характеристики пути должны базироваться на условиях обеспечения заданной его надежности, т. е. безотказной работы при заданном сроке службы (или технического ресурса в млн т брутто пропущенного тоннажа).

Параметры 1-й группы наиболее отработаны в процессе более чем полуторавекового опыта эксплуатации железных дорог. В результате исторического развития (с учетом научных, конструкторских разработок, опыта эксплуатации) определились в мировой практике основные параметры конструкции пути, отвечающие современным условиям. Это рельсы погонным весом $60\text{--}67\text{ кг}$, железобетонные (или деревянные из твердой древесины) шпалы в количестве $1800\text{--}1900\text{ шт/км}$, щебеночный балласт толщиной не менее 30 см , бесстыковые рельсовые плети, упругие скрепления. Кроме этой традиционной конструкции верхнего строения пути ведутся интенсивные исследования по разработке новых конструкций (безбалластная конструкция, путь на лежневом основании и т. д.).

Характеристики и параметры 3-й группы достаточно разработаны и определяются как, в основном, условием обеспечения безопасности движения, так и стремлением снижения расходов на содержание и устройство пути.

Наиболее перспективным и наименее исследованным для разработки параметров «малообслуживаемого» пути является назначение рациональных значений физико-механических характеристик пути, т. е. характеристик и параметров второй группы.

Для обеспечения безопасности движения поездов в условиях повышения осевых и погонных нагрузок и при минимизации расходов в путевом хозяйстве необходимо совершенствование конструкции пути в зависимости от эксплуатационных условий.

Условия работы пути на различных участках железнодорожной сети разнообразны. К этим условиям относятся характеристики линий по грузонапряженности, скорости движения, виду эксплуатации (здесь имеется в виду, например, смешанная эксплуатация скоростных пассажирских поездов и грузовых поездов), климатические особенности местности (амплитуда зимних и летних температур, длительность периода с отрицательными температурами, влажность и т. д.), особенности трассы (величина и процентное содержание уклонов, наличие крутых кривых и их количество), тип подвижного состава, осевые и погонные нагрузки, масса и длина поездов, вид тяги, применение рекуперативного торможения и т. д.

Изменение условий эксплуатации вызывает соответствующее изменение напряженно-деформированного состояния конструкции пути: при ужесточении этих условий повышается уровень этого состояния, а при облегчении – естественно снижается напряженно-деформированное состояние. Уровень напряженно-деформированного состояния определяет интенсивность накопления остаточных деформаций и различных неисправностей. В том числе интенсивность отказов рельсов, что, в свою очередь, определяет технический ресурс пути в целом. Поэтому конструкция пути для обеспечения заданной надежности (или технического ресурса, например, в виде гарантированной наработки пропущенного между капитальными ремонтами тоннажа) должна соответствовать условиям эксплуатации, т. е. должна быть дифференцированной по этим условиям.

Совершенствование конструкции верхнего строения пути осуществляется по следующим направлениям: 1) разработка новых конструкций; 2) совершенствование и модернизация типовых конструкций; 3) разработка современной нормативно-технической документации по применению конкретных элементов конструкции пути в зависимости от условий эксплуатации; 4) повторное использование старогодных элементов конструкции верхнего строения пути.

Стратегической целью работ по совершенствованию конструкции верхнего строения пути является обеспечение безопасной эксплуатации в условиях повышения скоростей движения пассажирских и ускоренных грузовых поездов, массы грузовых поездов, увеличения осевых и погонных нагрузок подвижного состава при минимизации расходов в путевом хозяйстве.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать технические требования к параметрам пути в зависимости от условий эксплуатации;
- на основе технических требований разработать конструкции элементов верхнего строения пути (рельсов, скреплений, шпал, подшпального основания) с учетом условий эксплуатации.

При выполнении этих задач необходимо:

- определить оптимальное соотношение стоимости конструкции и затрат на ее текущее содержание и ремонты при обеспечении заданного технического ресурса;
- обеспечить снижение эксплуатационных расходов в путевом хозяйстве с помощью внедрения новых и модернизированных конструкций пути;
- обеспечить ремонтоспособность конструкций;
- обеспечить повышение надежности пути, т.е. увеличение его технического ресурса до гарантированной наработки пропущенного тоннажа между капитальными ремонтами 1 млрд т брутто.

УДК 625.17

ВЛИЯНИЕ ТОЧНОСТИ УСТАНОВКИ СТЫКОВЫХ ЗАЗОРОВ НА НАДЕЖНОСТЬ РАБОТЫ ЗВЕНЬЕВОГО ПУТИ

А. Г. ЖУКОВЕЦ, А. А. КЕБИКОВ, В. Е. МИРОШНИКОВ

Белорусский государственный университет транспорта

При строительстве новой железнодорожной линии и при производстве капитального ремонта железнодорожного пути большое значение имеет точная установка стыковых зазоров в зависимости от длины рельсов и конструкции пути. В нашей стране наиболее распространен стыковой путь с рельсами длиной 25 м на деревянных шпалах. Эта конструкция пути подробно исследована и испытана. Однако с каждым годом все больше и больше укладывается звеньевой путь с железобетонными шпалами, для которого до сих пор отсутствуют обоснованные рекомендации по установке нормальных стыковых зазоров и дальнейшей его эксплуатации.

Основной особенностью работы 25-метровых рельсов на железобетонных шпалах является более высокое погонное сопротивление и повышенная жесткость путевой решетки в зоне стыка. При назначении нормальных стыковых зазоров 25-метровых рельсов обычно исходят из условия появления стыкового зазора в момент наступления максимальной расчетной температуры. При этом возрастают силы торцевого давления. Так, на Гомельской дистанции пути в звеньевом пути при рельсах типа Р65 сжимающие температурные силы могут достигать 1630 кН.

Установка стыковых зазоров, отличных от рекомендуемых, приводит к появлению в пути дополнительных температурных сил, которые усложняют работу 25-метровых рельсов, создавая угрозу нарушения прочности и устойчивости железнодорожного пути.

Годовые изменения длины 25-метровых рельсов на Белорусской железной дороге, где амплитуда колебания температуры рельсов составляет 93–96 °С, достигают 28–29 мм, что превышает конструктивную величину стыкового зазора. Поэтому при укладке 25-метровых рельсов или при производстве работ по разгонке и регулировке стыковых зазоров следует строго относиться к точности установки зазоров в зависимости от фактической температуры. Для улучшения температурной работы звеньевого пути следует обеспечить изменение стыкового зазора в пределах конструктивного значения. Это позволило бы контролировать величины продольных сил, возникающих в процессе эксплуатации, не допуская торцевого давления и раскрытия зазоров сверх конструктивного значе-