

Выполненный анализ позволяет сделать общее заключение, что пропуск нормативного тоннажа на первой линии Минского метрополитена не привел к исчерпанию работоспособности рельсов Р50 производства металлургического комбината "Азовсталь". Это означает, что правомерно ставить и решать задачу о продлении их срока службы на основе соответствующих теоретических и экспериментальных исследований.

УДК 625.01

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ УКЛАДКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ БЕССТЫКОВОГО ПУТИ

В. И. МАТВЕЦОВ, А. А. КЕБИКОВ, Р. А. ДОВНАР, И. А. ШУРХАНОВ
Белорусский государственный университет транспорта

В. М. УКЛЕЙКО
Белорусская железная дорога

Бесстыковой путь можно укладывать и закреплять в расчётном интервале температур, обеспечивающем необходимую устойчивость пути при повышении температуры и целостность плетей при её понижении. Но при этом рельсовые плети бесстыкового пути целесообразно закреплять в оптимальном температурном интервале, что обеспечивает нормальную работу зазоров уравнильного пролета: в зимнее время, не допуская изгиба и среза стыковых болтов, а летом в момент достижения рельсами максимальной расчётной температуры – превышения фактической температурной силы в рельсовой плети над допусаемым её значением. Это позволяет ряд путевых работ выполнять при более высоких температурах без эпизодической разрядки температурных напряжений, не опасаясь выброса пути.

Проверим возможность укладки бесстыкового пути из новых термоупрочненных рельсов типа Р65 с железобетонными шпалами, скреплением КБ и щебеночным балластом в районе Борисова на блок-участке длиной 2,0 км, где имеются две кривые радиусом 800 и 400 м, и установить режимы его укладки при обращении электровозов ЧС4Т с максимальной скоростью 140 км/ч. Наибольшая температура рельсов $t_{\max} = +56$ °С, наименьшая $t_{\min} = -41$ °С, наибольшая температурная амплитуда $T_A = 97$ °С.

Из Инструкции по текущему содержанию бесстыкового пути на Белорусской железной дороге определяем допусаемое повышение $[\Delta t_y]$ и понижение $[\Delta t_p]$ температуры рельсов относительно температуры закрепления и их амплитуды для каждого из элементов плана:

$$[T] = [\Delta t_y] + [\Delta t_p] - 10; \quad (1)$$

для прямых участков – $v = 140$ км/ч, $[\Delta t_p] = 89$ °С, $[\Delta t_y] = 54$ °С, $[T] = 133$ °С,

для кривой радиусом 800 м – $v = 130$ км/ч, $[\Delta t_p] = 87$ °С, $[\Delta t_y] = 47$ °С, $[T] = 124$ °С;

для кривой радиусом 400 м – $v = 95$ км/ч, $[\Delta t_p] = 90$ °С, $[\Delta t_y] = 37$ °С, $[T] = 117$ °С.

Для всех элементов плана на длине рассматриваемого блок-участка $[T] > T_A$, т. е. укладка названной выше конструкции бесстыкового пути возможна без сезонной разрядки температурных напряжений.

Границы расчетного интервала закрепления для каждого из элементов плана блок-участка определяются по формулам:

$$\min t_3 = t_{\max} - [\Delta t_y]; \quad (2)$$

$$\max t_3 = [\Delta t_p] + t_{\min}. \quad (3)$$

Для прямых участков – $\min t_3 = 56 - 54 = 2$ °С; $\max t_3 = 89 - 41 = 48$ °С;

для кривой радиусом 800 м – $\min t_3 = 56 - 47 = 9$ °С; $\max t_3 = 87 - 41 = 46$ °С;

для кривой радиусом 400 м – $\min t_3 = 57 - 37 = 19$ °С; $\max t_3 = 90 - 41 = 49$ °С.

Плеть на всем протяжении должна быть закреплена в одном интервале температур, границы которого определяются наиболее высокой из рассчитанных $\min t_3$ и наиболее низкой из рассчитанных $\max t_3$.

При этом расчетный интервал закрепления для всей плети длиной 2000 м на Борисовской дистанции пути будет находиться в пределах от 19 до 46 °С.

Закреплять рельсовые плети при крайних значениях расчетного интервала температур нежелательно. В рельсовых плетях, закрепленных при нижней границе расчетного интервала, летом будут возникать предельные по устойчивости или близкие к ним сжимающие температурные силы. В случае закрепления плетей при верхней границе расчетного интервала летом будут возникать предельные по прочности или близкие к ним растягивающие температурные силы. В случае закрепления плетей при верхней границе расчетного интервала они будут работать на пределе по прочности в зимнее время.

Укладка бесстыкового пути в оптимальном интервале закрепления, который для условий Белорусской железной дороги составляет от +25 до +35 °С, позволяет обеспечить работу рельсовых плетей в благоприятных условиях и исключить появление в них предельных по устойчивости пути и прочности рельсовых температурных сил. Так, в кривой радиусом 400 м, по которой и принят расчетный интервал закрепления плети длиной 2000 м, укладка бесстыкового пути при +25 °С обеспечивает снижение фактического перепада температур на сжатие по сравнению с допуском по устойчивости на $25 - 19 = 6$ °С. Запас продольных сил по устойчивости для бесстыкового пути с рельсами типа Р65 в этом случае $2 \cdot 25 \cdot F \cdot 6 = 2 \cdot 25 \cdot 82 \cdot 6 = 24\,600$ кгс = 24,6 тс (246 кН), где F — площадь поперечного сечения рельса ($F = 82$ см²). В рельсовых плетях, лежащих на прямой, фактические сжимающие температурные силы будут меньше критических на $2 \cdot 25 \cdot 82 \cdot (25 - 2) = 94\,300$ кгс = 94,3 тс (943 кН), а на участке плети, лежащем в кривой радиусом 800 м, это уменьшение $2 \cdot 25 \cdot 82 \cdot (25 - 9) = 65\,600$ кгс = 65,6 тс (656 кН). При этом наблюдается и значительный запас по прочности рельсов в зимнее время, который для бесстыкового пути, уложенного при нижней границе оптимального интервала закрепления в кривой радиусом 400 м, составляет $49 - 25 = 24$ °С, а запас растягивающих температурных сил по прочности рельсов составит $2 \cdot 25 \cdot 82 \cdot (49 - 9) = 164\,000$ кгс = 164,0 тс (1640 кН), для кривой радиусом 800 м — $2 \cdot 25 \cdot 82 \cdot (46 - 9) = 151\,700$ кгс = 151,7 тс (1517 кН).

Снижение сжимающих и растягивающих температурных сил в плетях бесстыкового пути относительно максимально допускаемых по устойчивости и прочности, наряду с улучшением температурной работы, продляет срок их службы.

Если бесстыковой путь уложен при верхней границе оптимального интервала закрепления +35 °С, то в кривой радиусом 400 м запас температурных сжимающих сил по устойчивости пути $2 \cdot 25 \cdot 82 \cdot (35 - 19) = 65\,600$ кгс = 65,6 тс (656 кН). На части плети, расположенной в прямой и в кривой радиусом 800 м при всех прочих равных условиях, запас по устойчивости пути соответственно $2 \cdot 25 \cdot 82 \cdot (35 - 9) = 53\,300$ кгс = 53,3 тс (533 кН) и $2 \cdot 25 \cdot 82 \cdot (35 - 2) = 135\,300$ кгс = 135,3 тс (1353 кН).

При этом фактические сжимающие перепады температурные силы на прямой и в кривых участках пути в районе Борисова не превысят $2 \cdot 25 \cdot 82 \cdot (56 - 35) = 86\,100$ кгс = 86,1 тс (861 кН), что в несколько раз ниже критической силы. Такие сжимающие силы позволяют повысить уровень надежности пути и безопасность движения поездов, а также выполнять многие путевые работы без ограничения в летнее время.

УДК 625.143.5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГОННОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ СКРЕПЛЕНИЯ СБ

Ю. П. НЕХОРОШЕВ, В. И. МАТВЕЦОВ
Белорусский государственный университет транспорта

В. Т. СОТНИКОВ, Г. Е. ФЕСЬКОВ
Белорусская железная дорога

В последние годы во многих странах ближнего и дальнего зарубежья ведутся усиленные поиски и разработки безболтовых бесподкладочных промежуточных скреплений с пружинными клеммами, позволяющими упруго перерабатывать динамические воздействия колёс подвижного состава на путь без существенного снижения силы нажатия клеммы на подошву рельса. Так, в частности, на