

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 допусаемым 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 допусаемых 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 креплений 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

железных дорогах Польши более 20 лет применяется безболтовое анкерное крепление SB-3, которое успешно прошло длительные испытания на Опытном кольце ВНИИЖТа, а на дорогах Беларуси и Украины разработано и внедряется аналогичное промежуточное крепление. В Беларуси с 1995 года укладывается такая конструкция пути, протяженность которой к настоящему времени достигла 320 км, а пропущенный тоннаж на отдельных участках превышает 150 млн т.

Погонное сопротивление рельсовой нити зависит прежде всего от силы нажатия упругой пружинной клеммы СБ-3 на подошву рельса и сохранения этого нажатия стабильным в процессе длительного срока эксплуатации, а также от материала и качества изготовления подрельсовых амортизирующих прокладок.

В интервале нагрузок, соответствующих деформации пружинной клеммы в пределах пропорциональности – график деформации прямолинейный, средняя жесткость пружинной клеммы составила около 2 кН/мм (200 кгс/мм).

Зная жесткость пружинной клеммы и величину её натяга (хода пружины при установке её в рабочее положение на подошву рельса через изолирующий вкладыш), можно определить величину монтажного давления упругой клеммы на подошву рельса.

На величину монтажного натяга пружинной клеммы СБ-3 оказывают влияние: толщина и жесткость подрельсовых прокладок и изолирующих вкладышей; расстояние оси отверстий анкера относительно подрельсовой площадки после бетонирования шпалы, а также допуски на изготовление всех элементов узла крепления. Иначе говоря, разброс значений величины натяга носит случайный характер. Для определения статистических характеристик величины натяга были обследованы десять комплектов креплений СБ-3, находившихся в эксплуатации. После обработки результатов получились следующие значения: средняя величина составила 8,0 мм при среднеквадратическом отклонении $\pm 1,4$ мм. С учётом вышеприведенной жесткости пружины, равной 2 кН/мм, среднее значение вертикального нажатия пружинной клеммы на подошву рельса составило 16 кН при среднеквадратическом отклонении $\pm 2,8$ кН.

Для исследования сопротивления продольному перемещению рельса относительно опоры при промежуточном креплении типа СБ-3 была спроектирована и изготовлена специальная установка.

С учётом влияния различных случайных факторов на состояние элементов креплений, а также условий проводимых экспериментов полученные результаты были статистически обработаны и представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследования сопротивления продольному перемещению рельса Р65 в узле крепления типа СБ-3

Характеристика подрельсовой прокладки	Число опытов	Сила сопротивления продольному перемещению, кН		
		интервал значений	среднее значение	среднеквадратическое отклонение
Полиуретановая новая	10	13,33 – 14,67	13,93	0,361
Полиуретановая после эксплуатации	9	10,00 – 12,67	11,26	0,966
Полиэтиленовая белая, новая	9	10,00 – 12,67	11,26	0,966
Полиэтиленовая белая, после эксплуатации	12	9,33 – 17,33	14,33	2,90
Вторичный полиэтилен, черная, новая	7	12,70 – 13,00	12,95	0,105
Вторичный полиэтилен, черная, после эксплуатации	3	17,33 – 17,33	17,33	0,0
Полиэтилен, чёрная новая	6	10,00 – 10,00	10,00	0,0
Резиновая новая	16	10,67 – 12,67	11,73	0,407

Таким образом, проведенные испытания показали, что промежуточные безболтовые крепления типа СБ-3 с полимерными подрельсовыми прокладками обеспечивают достаточно высокое погонное сопротивление перемещению рельсовой нити в пределах 19 – 35 кН/м и могут быть использованы для укладки бесстыковых рельсовых плетей, причём определенный интерес представляют прокладки из вторичного полиэтилена, обеспечивающие погонное сопротивление от 26 до 35 кН/м.