

УДК 625.144:625.143.482

В.И. МАТВЕЦОВ, А.А. КЕБИЛОВ, Н.Е. МИРОШНИКОВ
(Белорусский государственный университет транспорта,
г. Гомель, Республика Беларусь)

ВЛИЯНИЕ ЗАЗОРОВ, УСТАНОВЛИВАЕМЫХ ПРИ УКЛАДКЕ РЕЛЬСОВЫХ ПЛЕТЕЙ, НА РАБОТУ УРАВНИТЕЛЬНЫХ ПРОЛЕТОВ

Получены значения удлинения и укорочения рельсовой плети при различных температурах укладки. Установлены величины раскрытия стыковых зазоров при минимальной расчетной температуре.

При укладке и закреплении бесстыкового пути необходимо назначать такие стыковые зазоры, которые обеспечивали бы оптимальную температурную работу уравнительного пролета.

Для стыкования рельсовых плетей друг с другом используются два, три и четыре уравнительных рельса длиной 12,5 м. Величина конструктивного стыкового зазора между рельсовыми плетями и уравнительными рельсами принята 21 мм.

При стыковом сопротивлении 200 кН и двух уравнительных рельсах суммарная величина стыковых зазоров превосходит конструктивное значение во всем рассматриваемом диапазоне температур закрепления плетей. Наименьшие стыковые зазоры, незначительно превышающие конструктивный зазор, наблюдаются в уравнительных пролетах рельсовых плетей, закрепленных при температурах от +25 до +35 °С, а закрепление бесстыкового пути при температуре +10 °С приведет к раскрытию зазоров более 27 мм с изгибом стыковых зазоров в зимнее время, особенно при уgone пути. *При трех уравнительных рельсах* средняя величина стыкового зазора уменьшается на 3,0–4,0 мм, а *при четырех уравнительных рельсах* — на 4–7 мм по сравнению с величиной зазора при двух уравнительных рельсах.

С увеличением стыкового сопротивления отмечается снижение годовых температурных перемещений концевых участков рельсовых плетей и уравнительных рельсов, что уменьшает величину раскрытия стыкового зазора. При этом улучшаются условия работы уравнительного пролета и снижается воздействие на путь подвижного состава. Поэтому обеспечение высокого стыкового сопротивления в процессе эксплуатации является одним из основных требований для обеспечения нормальной эксплуатации бесстыкового пути. При этом может быть исключена необходимость замены уравнительных рельсов на удлиненные или укороченные соответственно на осенне-зимний или весенне-летний периоды.

В соответствии с нормативными документами по устройству, укладке, содержанию и ремонту бесстыкового пути рекомендуется для стыкования рельсовых плетей в уравнительном пролете, независимо от их длины, при отсутствии изолирующих стыков, укладывать две или три пары уравнительных рельсов длиной 12,5 м.

При устройстве в уравнительном пролете сборных изостыков укладываются четыре пары уравнительных рельсов с расположением изолирующих стыков в середине уравнительного пролета, или три пары рельсов с размещением в середине второй пары рельсов изолирующих стыков, обеспечивающих сопротивление разрыву не менее 1500 кН.

В случае примыкания бесстыкового пути к звеньевому или к стрелочным переводам, не ввариваемым в плети, должны быть уложены две пары уравнительных рельсов длиной 12,5 м.

На участках, не оборудованных тональной автоблокировкой, плети длиной до перегона соединяются с помощью рельсовой вставки с высокопрочным изолирующим стыком, которая сваривается с концами примыкающих рельсовых плетей. Кроме того, в настоящее время в уравнительном пролете используются клееболтовые изолирующие стыки посередине 25-метрового рельса, который никак нельзя принимать за уравнительный, так как существующего конструктивного зазора недостаточно для компенсации его годовых температурных деформаций. При этом нередко в уравнительных пролетах применяются четырехдырные двухголовые накладки, которые не могут обеспечить требуемое высокое стыковое сопротивление и нормальную работу уравнительного пролета. Четырехдырные накладки в таких случаях должны применяться с высокопрочными стыковыми болтами в комплексе с тарельчатыми шайбами, позволяющими обеспечить стыковое сопротивление для рельсов типа Р65 не менее 200–250 кН при существенном снижении интенсивности ослабления резьбовых соединений стыковых рельсовых креплений.

Несмотря на то, что бесстыковой путь начал внедряться немногим более пятидесяти лет назад, до сих пор отсутствуют четкие обоснованные рекомендации по установке стыковых зазоров в уравнительных пролетах. В первых нормативных документах было записано, что при укладке бесстыкового пути в расчетном интервале температур желательно устанавливать стыковые зазоры от 5 до 10 мм. Затем, возможно из-за проблем, связанных с определением оптимальных температур закрепления рельсовых плетей, рекомендации по установке нормальных стыковых зазоров уравнительного пролета были убраны.

Однако в нормативных документах по устройству, укладке, содержанию и ремонту бесстыкового пути указано, что «общая длина уравнительного пролета, см, при оптимальной температуре укладки составит: при двух парах уравнительных рельсов $l = 1250 + 1250 + 3 = 2503$; при трех парах уравнительных рельсов $l = 1250 + 1250 + 1250 + 4 = 3754$; при четырех парах уравнительных рельсов $l = 1250 + 1250 + 1250 + 1250 + 5 = 5005$ ».

Величина зазора между плетями и уравнительными рельсами принята равной 10 мм и практически составляет половину конструктивного стыкового зазора. Такая практика установки указанных стыковых зазоров при укладке бесстыкового пути приводит к тому, что в зимнее время в процессе его эксплуатации в уравнительном пролете стыковые зазоры намного превышают конструктивную величину. Ввиду особенностей температурной работы бесстыкового пути такие зазоры появляются и в осеннее время при положительных температурах ниже температуры закрепления рельсовых плетей.

С понижением температуры осенью, в результате укорочения концов рельсовых плетей, раскрывается первый стык от плети до своего конструктивного значения и, растягивая весь уравнительный пролет, включает в работу и раскрывает второй стык от плети. Так работает уравнительный пролет в осенне-зимний период.

При обратном ходе температур, т. е. при ее повышении после преодоления двойного стыкового сопротивления вначале тот же первый от плети стык

становится нулевым, и при дальнейшем повышении температуры продольные сжимающие температурные силы уменьшают и поочередно закрывают промежуточные зазоры уравнительного пролета.

Для согласованного раскрытия и закрытия стыковых зазоров необходимо в первом от плети стыке обеспечить высокое стыковое сопротивление, величина которого превышала бы стыковое сопротивление второго стыка на величину $p l$, где p — величина погонного сопротивления, а l — длина уравнительного рельса. Иными словами, стыковое сопротивление в указанных стыках должно отличаться на величину температурной силы, возникающей в процессе преодоления полного погонного сопротивления на всей длине уравнительного рельса.

Как показывают расчеты, удлинение рельсовой плети, закрепленной при температуре $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ достигает 30 мм, а укорочение — всего лишь 5,5 мм. А в случае укладки бесстыкового пути при температуре $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ эти величины практически составляют соответственно 2 и 20 мм. При этом оказывается, что одинаковые величины удлинений и укорочений рельсовых плетей, превышающих 11 мм, наблюдаются при закреплении их при температуре $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Видимо, необходимо конкретизировать величины рекомендуемых стыковых зазоров в уравнительных пролетах и соответствующие им температуры, для обеспечения раскрытия стыковых зазоров в пределах конструктивных значений.

Проанализируем максимальное раскрытие стыковых зазоров в зоне уравнительного пролета при установке в момент укладки и закрепления бесстыкового пути стыковых зазоров величиной 1, 3 и 6 мм (таблица).

Величина раскрытия стыковых зазоров при минимальной расчетной температуре

$t_{\text{укл}}$	$\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$, мм		Зазор при укладке плетей, $\lambda_{\text{укл}}$, мм	Средний зазор в уравнительном пролете в зависимости от числа уравнительных рельсов и величины устанавливаемых зазоров при укладке бесстыкового пути, мм				
	концевых участков рельсовых плетей	уравнительного рельса		2×12,5	3×12,5	4×12,5	При наличии изостыка	
							3×12,5	2×12,5+25,0
25	$\frac{7,4}{14,1}$	$\frac{2,2}{6,3}$	1	$\frac{21,0}{14,6}$	$\frac{18,1}{12,8}$	$\frac{16,4}{11,7}$	$\frac{18,1}{12,8}$	$\frac{20,2}{14,3}$
			3	$\frac{23,0}{16,6}$	$\frac{20,1}{14,8}$	$\frac{18,4}{13,7}$	$\frac{20,1}{14,8}$	$\frac{22,2}{16,3}$
			6	$\frac{26,0}{19,6}$	$\frac{23,1}{17,8}$	$\frac{21,4}{16,7}$	$\frac{23,1}{17,8}$	$\frac{25,2}{19,3}$
35	$\frac{1,9}{19,8}$	$\frac{1,1}{7,4}$	1	$\frac{23,3}{21,3}$	$\frac{19,8}{15,6}$	$\frac{17,8}{16,0}$	$\frac{19,8}{15,6}$	$\frac{21,9}{19,8}$
			3	$\frac{25,3}{23,3}$	$\frac{21,8}{17,6}$	$\frac{19,8}{18,0}$	$\frac{21,8}{17,6}$	$\frac{23,9}{21,9}$
			6	$\frac{28,3}{26,3}$	$\frac{23,8}{20,6}$	$\frac{22,8}{21,0}$	$\frac{23,8}{20,6}$	$\frac{26,9}{24,9}$

Примечание. В числителе указана зависимость раскрытия величины зазора, с учетом укорочений и удлинений плетей и уравнительных рельсов, от устанавливаемых при укладке бесстыкового пути зазоров; в знаменателе — зависимость раскрытия величины зазора, с учетом укорочений рельсовых плетей и уравнительных рельсов, от устанавливаемых при укладке бесстыкового пути зазоров.

На основании таблицы рассмотрим зависимость раскрытия величины зазоров уравнительного пролета от числа уравнительных рельсов для нижней и верхней границ оптимального интервала закрепления для условий Белорусской железной дороги. При закреплении рельсовых плетей при $+25^{\circ}\text{C}$, для заданного климатического района удлинения рельсовых плетей, до появления нулевых зазоров в момент наступления максимальной расчетной температуры, могут составить 7,4 мм, а укорочения рельсовых плетей в момент наступления минимальной расчетной температуры — 14,1 мм. Удлинения и укорочения каждого уравнительного рельса в годовом цикле температур при этом составят соответственно 2,2 и 6,3 мм.

В случае установки стыковых зазоров по 1 мм обеспечивается раскрытие их меньше конструктивного значения для всех случаев стыкования при наличии изолирующих стыков и без них. При установке стыковых зазоров по 3 мм каждый при двух уравнительных рельсах и при трех уравнительных рельсов с изостыком в 25-метровом рельсе в момент наступления минимальных расчетных температур стыковые зазоры будут больше конструктивных, что явно нежелательно. При установке стыковых зазоров в момент укладки бесстыкового пути всего лишь по 6 мм во всех случаях стыкования рельсовых плетей наблюдается раскрытие стыковых зазоров больше конструктивной величины в момент наступления минимальной расчетной или близкой к ней температуре.

Если в случае укладки бесстыкового пути при $+25^{\circ}\text{C}$ учесть только укорочения рельсовых плетей и уравнительных рельсов, то установленные при этом стыковые зазоры от 1 до 6 мм позволяют для всех вариантов стыкования рельсовых плетей обеспечить раскрытие стыковых зазоров в пределах конструктивных величин и оптимизировать температурную работу уравнительных пролетов даже в момент наступления минимальных расчетных температур. При этом фактический зазор уравнительного пролета оказывается на 2–4 мм меньше конструктивного, что позволяет уменьшить динамическое воздействие подвижного состава на путь в зоне стыка.

Укладывая рельсовые плети при верхней границе оптимального интервала закрепления ($+35^{\circ}\text{C}$) отмечаем, что, устанавливая стыковые зазоры в уравнительном пролете, равные 1 мм, с учетом удлинений и укорочений рельсовых плетей и уравнительных пролетов, стыковые зазоры при двух уравнительных рельсах в процессе текущего содержания раскрываются более 23 мм, что превышает конструктивную величину стыковых зазоров. Некоторое превышение раскрытия стыковых зазоров наблюдается и в уравнительном пролете с 25-метровым рельсом. В остальных вариантах стыкования рельсовых плетей друг с другом раскрытие стыковых зазоров зимой не превышает 20 мм.

При установке зазоров по 3 мм, не говоря уже о зазорах по 6 мм, во всех вариантах стыкования плетей, за исключением случая с четырьмя уравнительными рельсами, в процессе эксплуатации стыковые зазоры раскрываются до 22–25 мм, что явно нецелесообразно. Если же установить зазоры по 10 мм как этого требуют нормативные документы по устройству, укладке, содержанию и ремонту бесстыкового пути, то, в момент наступления минимальной расчетной температуры, величина стыковых зазоров будет превышать 27–32 мм, что может привести к срезу болтов и разрыву стыков. Кроме того, в соответствии с существующими рекомендациями при таких зазорах, потребуется снижение

скоростей. Поэтому при укладке плетей при температуре +35 °С нежелательно устанавливать зазоры более 1 мм.

Следовательно, от точности установки стыковых зазоров во многом зависит температурная работа бесстыкового пути.