

14 **Фомин, П. С.** Оптимизация дорожных покрытий с использованием вторичных материалов / П. С. Фомин // Транспортное строительство. – 2021. – № 33 (4). – С. 112–124.

15 **Романов, В. Н.** Безопасность дорожного движения и качество дорожных покрытий / В. Н. Романов // Журнал дорожного строительства. – 2022. – № 27 (1). – С. 45–59.

16 **Сидоров, И. И.** Влияние долговечности дорожных покрытий на безопасность / И. И. Сидоров // Строительные технологии и практика. – 2020. – № 32 (3). – С. 23–37.

17 Состав и свойства цементобетонных смесей для дорожного строительства с использованием тонкодисперсных отходов ТЭЦ / А. В. Корончик [и др.] // Автомобильные дороги и мосты. – 2022. – № 1 (29). – С. 71–81.

УДК 625.143.543

МОНИТОРИНГ ЗНАЧЕНИЙ УСИЛИЙ ПРИЖАТИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕЛЬСОВЫХ СКРЕПЛЕНИЙ ПРИ МНОГОЦИКЛОВОМ НАГРУЖЕНИИ

А. С. ЛАПУШКИН

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В Республике Беларусь конструкция железнодорожного пути высоких классов включает узлы промежуточного рельсового скрепления типа СБ. Данный вид скрепления, выполняя обеспечение стабильности рельсовой колеи, является важным связующим в области обеспечения механизма передачи и упругой переработки нагрузок, воспринимаемых конструкциями верхнего строения пути.

Работа рельсов оптимизируется при предъявлении к ним требований по обеспечению усилий прижатия, соответствующих уровню воздействия подвижного состава. Наряду с этим происходят улучшения и температурной работы. К усложнению конструкции пути ведет полное исключение температурного влияния на работу рельсов. Это требует включения дополнительных деталей, которые, с точки зрения экономики, повышают стоимость узла скрепления. Значения усилий прижатия рельсов к шпале, которые не достаточны, могут служить причиной больших деформаций дышащих (концевых) участков рельсовых плетей бесстыкового железнодорожного пути. Влияние неоптимальных значений усилий прижатия могут вызывать быстрый износ деталей из-за конструктивных недостатков и появления так называемых «конфликтных точек узла». При этом вызванные знакопеременные перемещения шпал приведут к нарушению равноупругости пути в целом. Вместе с потерей равноупругости нарушается и проектное положение пути, а в условиях высокой грузонапряженности это приводит к быстрому накоплению остаточных деформаций и явлению «угона» пути.

Таблица 1 – Значения усилий прижатия рельсов к подрельсовому основанию при многоцикловом нагружении узлов ω-образными клеммами и клеммами типа СБ

Фактическое значение усилия прижатия, кН, после достижения 1 000 000 циклов нагружения		Фактическое значение усилия прижатия, кН, после достижения 2 500 000 циклов нагружения		Фактическое значение усилия прижатия, кН, после достижения 4 000 000 циклов нагружения	
монтажное	продольное	монтажное	продольное	монтажное	продольное
<i>Промежуточные рельсовые скрепления с ω-образными клеммами</i>					
28,15	16,78	27,63	20,37	27,14	21,18
28,57	17,54	27,42	19,95	27,18	20,95
28,42	16,88	27,18	19,51	27,02	20,87
29,10	21,06	28,65	21,92	28,21	22,51
29,01	21,78	28,34	22,05	28,13	22,47
29,18	21,93	28,71	22,14	28,55	22,35
<i>Промежуточные рельсовые скрепления с упругими клеммами типа СБ</i>					
29,15	17,64	28,44	18,12	28,19	18,60
25,87	16,38	25,56	17,02	25,03	17,35
26,79	15,27	26,13	16,09	25,81	16,53
28,55	17,31	28,01	17,96	27,71	18,56
28,84	17,23	28,15	17,99	27,89	18,48
26,58	15,08	26,04	16,57	25,89	17,01

Усилие прижатия рельсов к шпале можно контролировать различными способами, которые можно реализовать как до постановки деталей скреплений в путь, так и в процессе эксплуатации.

Анализ значений, представленных в таблице 1, показывает, что с увеличением количества пропущенного по узлу рельсового скрепления груза увеличивается и погонное сопротивление (сопротивление продольному сдвигу). Это связано, по-видимому, с явлением избыточной адгезии, возникающей между прокладкой, подрельсовой площадкой шпалы и подошвой рельса. Данное явление приобретает нарастающий эффект под прижимающей нагрузкой, передаваемой клеммами, и при приложении циклических знакопеременных нагрузок от подвижного состава. Значения усилия прижатия имеют тенденцию снижения. Это происходит от приработки подрельсовых прокладок и уменьшения их толщины от воздействия циклической нагрузки. Однако уменьшение толщины прокладок компенсируется появлением новых адгезионных свойств, которые повышают усилие сопротивления продольному сдвигу. С увеличением наработки тоннажа происходит увеличение погонного сопротивления и незначительное уменьшение усилия монтажного прижатия. После достижения количества циклов равного 4000000 дальнейшее уменьшение толщины прокладки приводит к снижению величины погонного сопротивления. При этом рельс будет интенсивнее смещаться относительно своего положения.

Упругая переработка динамических воздействий от колес подвижного состава на рельсы должна обеспечивать оптимальную пространственную упругость узла промежуточного рельсового скрепления. Параллельно необходимо гасить вибрации высоких частот. Подрельсовое основание также нуждается в обеспечении равноупругости, так как при появлении вибрации высоких частот все места соединений деталей становятся уязвимыми.

Свойства упругости аналогично должны стремиться к оптимуму. При их избыточности достигается увеличение статического прогиба рельсов при проезде колеса над шпальным ящиком. Параллельно будет увеличиваться и поворот поперечного сечения, аналогичный процессу его поворота при остаточном сжатии прокладки. Однако в этом случае процесс будет принимать свойство необратимости или медленной и неполной релаксации упругих свойств. В таблице 2 представлены величины средних остаточных поперечных перемещений сечения рельса, измеренные у подошвы и головки рельса под воздействием нагрузки.

Таблица 2 – Значения средних остаточных поперечных перемещений подошвы и головки рельса

Количество циклов, млн		0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
Остаточные поперечные перемещения	Головки (при нормативном значении 3 мм)	1,21	1,37	1,48	1,62	1,68	1,81	1,83	1,86
	Подошвы (при нормативном значении 2 мм)	0,98	1,15	1,19	1,27	1,39	1,48	1,49	1,52

По графику (рисунок 1) можно проследить, что на приработку деталей приходится примерно 500 тыс. циклов нагружения, о чем свидетельствует большая интенсивность накопления остаточных деформаций. Именно в этот период происходит сглаживание «конфликтных точек» узла, а дальнейшее накопление деформаций происходит с меньшей интенсивностью.

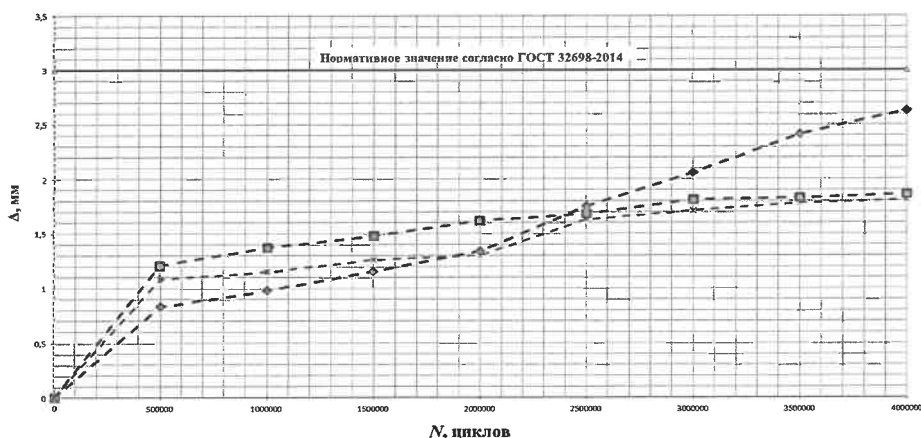


Рисунок 1 – Остаточные поперечные перемещения головки рельса