

Список литературы

- 1 Суслов, О. А. Определение вероятности выброса бесстыкового пути температурно-напряженного типа / О. А. Суслов // Вестник транспорта Поволжья. – 2014. – № 4 (46). – С. 50–56.
- 2 Суслов, О. А. Определение уровня риска сдвига рельсошпальной решетки бесстыкового пути / О. А. Суслов, В. А. Марийчук, Д. В. Овчинников // Вестник транспорта Поволжья. – 2016. – № 6 (60). – С.41–47.
- 3 Попова, М. Л. Оценка вероятностей возникновения изломов и их выявления рельсовыми цепями / М. Л. Попова, А. Н. Попов, С. В. Бушуев // Транспорт Урала. – 2021. – № 3 (70). – С. 8–14. – DOI: 10.20291/1815-9400-2021-3-8-14.
- 4 Суслов, О. А. Математические модели определения вероятностей отказов потери продольной и поперечной устойчивости, а также изломов рельсовых плетей бесстыкового пути температурно-напряженного типа/ О. А. Суслов, М. А. Гришина // Вестник транспорта Поволжья. – 2024. – № 3(105). – С. 54–61.
- 5 Ржаницын, А. Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность / А. Р. Ржаницын. – М. : Стройиздат, 1978. – 239 с.
- 6 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024681336 Российская Федерация. Модуль программного обеспечения для расчетов вероятности отказов бесстыкового пути температурно-напряженного типа: № 2024669328 : заявл. 16.08.2024 : опубл. 09.09.2024 / О. А. Суслов, Д. В. Овчинников, М. А. Гришина, В. А. Трушкин; заявитель акционерное общество «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта».
- 7 Инструкция по устройству, укладке, содержанию и ремонту бесстыкового пути : Утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 14.12.2016 г. № 2544/р : вступ. в силу 01.07.2017 // КонсультантПлюс. Россия : справ. правовая система (дата обращения : 29.08.2025).

УДК 625.04

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СТЫКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ШАРНИРНЫХ НАКЛАДОК

О. А. СУСЛОВ, В. А. ТРУШКИН, М. А. ГРИШИНА

*Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (АО «ВНИИЖТ»),
г. Москва, Российская Федерация*

Трещины, формирующиеся в шейке рельсов в области стыков от болтовых отверстий, которые, как известно, являются неизбежными концентраторами напряжений, соответствуют дефекту 53.1. Этот дефект относится к остродефектным рельсам, которые подлежат замене без промедления, поскольку представляют прямую угрозу безопасности движения из-за возможного разрушения под поездом или схода колёс с рельс. Количество данных дефектов ежегодно поддерживается на высоком уровне по статистике изъятий остродефектных рельсов (ОДР) на участках с большой грузонапряженностью и суровыми климатическими условиями.

Помимо основных концентраторов напряжений – отверстий в шейке рельса, также можно отметить воздействие на рельс клиновидной конструкции накладок с применением высокопрочных болтов. Момент затяжки 1100 Н·м является целесообразным решением в условиях эксплуатации Восточного полигона [1], однако при использовании стандартной клиновой конструкции стыка вертикальные растягивающие напряжения в шейке рельса, в совокупности с постоянной поездной нагрузкой, могут приводить к усталостным разрывам по дефектам 53.1

В исследованиях [1, 6] приведена конструкция стыка с накладками шарнирного типа, представленная на рисунке 1, а.

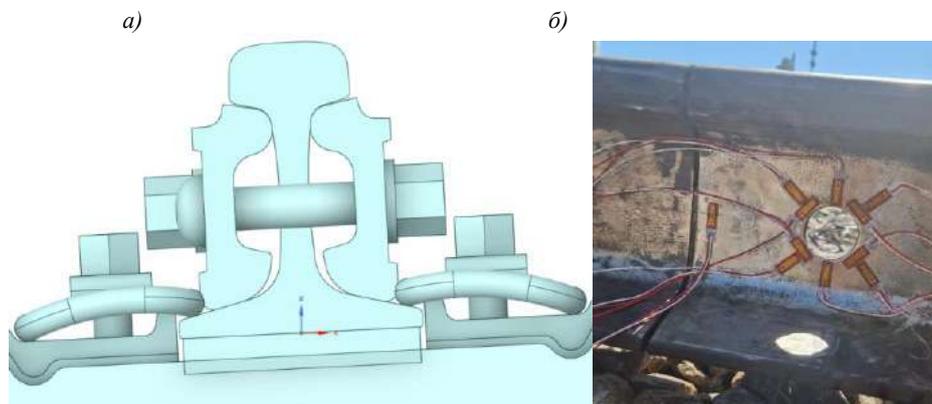


Рисунок 1 – Внешний вид стыка с накладками шарнирного типа:
а – вид с торца; б – вид сбоку

Таким видом опирания на пазухи рельса можно добиться количественного снижения напряжений в области шейки рельса. Следовательно, для подтверждения гипотезы о снижении напряжений в шейке рельсов за счет видоизмененного опирания на пазуху рельса в условиях обращения современного подвижного состава, были проведены натурные испытания шарнирной конструкции стыка в сравнении со стандартной.

С целью определения напряженно-деформированного состояния шейки рельса при использовании шарнирной конструкции стыковой накладки были проведены испытания в условиях Экспериментального кольца АО «ВНИИЖТ». Участок располагался на втором кольцевом пути со следующими характеристиками: рельсы Р65; зазор в стыке 3 мм; железобетонные шпалы; промежуточное рельсовое скрепление АРС-4; высокопрочные стыковые болты; щебеночный балласт; прямой план и профиль пути. Испытания проводились при обращении поезда, сформированного из локомотива ВЛ80с и 61 грузового вагона с осевыми нагрузками 23,5 и 25 т/ось. Установленная скорость движения составила 70 км/ч.

Усталостные разрывы шейки рельса по дефекту 53.1 проявляются в сечениях под углом 45°, поэтому именно эти сечения и были выбраны для тензометрических измерений напряженно-деформированного состояния под поездной нагрузкой. Внешний вид наклеенных тензодатчиков в области первого болтового отверстия представлен на рисунке 1, б.

Для оценки воздействия на стыковой рельс поездной нагрузки сначала были измерены значения монтажных напряжений по контуру болтового отверстия, а затем получены динамические добавки от подвижного состава.

Полученные записи показали, что при накатывании колеса на исследуемое сечение в шейке происходит снижение растягивающих монтажных напряжений (сжатие шейки А-) и некоторое увеличение их (растяжение шейки А+) при подходе колеса к сечению и удалению от него. Значения монтажных напряжений и динамических изменений под поездной нагрузкой по болтовому отверстию в зависимости от затяжки стыковых болтов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения изменения напряжений по болтовому отверстию двух конструкций стыка под нагрузкой

Крутящий момент на гайках болтов, $M_{кр}$, Н·м	Монтажные напряжения $\bar{\sigma}_M$, МПа		Динамическое растяжение шейки рельса $\bar{\sigma}_{M+A}$, МПа		Динамическое сжатие шейки рельса, $\bar{\sigma}_{M-A}$, МПа	
	300	600	300	600	300	600
Клиновидные накладки	300	63,4	6,2	10,3	31,7	28,4
	600	124,3	10,3	15,7	25,8	
	1100	214,4	15,7			
Шарнирные накладки	300	47,4	3,7	7,2	33,4	29,1
	600	90,9	7,2	8,8	25,3	
	1100	171,2	8,8			

Как видно из таблицы 1, влияние поездной нагрузки на изменение монтажных растягивающих напряжений не столь велико, так как болтовое отверстие находится недалеко от нейтральной оси рельса. Наибольшие средние значения уменьшений напряжений по контуру болтового отверстия составили 33,4 МПа в шарнирных накладках при затяжке болтов 300 Н·м. При этом с увеличением момента затяжки стыковых болтов воздействие на рельс линейно уменьшается. В свою очередь, наибольшие напряжения сжатия в клиновидных накладках составили 31,7 МПа. Воздействие сжатия на стыковой рельс у стандартной конструкции несколько меньше, что говорит о специфике работы расклинивающих накладок. Полученные значения сжатия шейки рельса для стандартной конструкции стыка удовлетворительно коррелируются с результатами ранее выполненных исследований, приведенных в [3].

Однако как значения растяжения металла, так и монтажное напряжение по контуру отверстия меньше для шарнирной конструкции от воздействия накладок. Это позволяет сделать вывод о верности гипотезы о снижении общего напряженного состояния шейки рельсов в стыковой зоне с применением новой конструкции стыка.

Список литературы

- 1 Клинов, С. И. Высокопрочные болты / С. И. Клинов, А. А. Кондратьев // Путь и путевое хозяйство. – 1988. – № 1. – С. 33–35.
- 2 Лысюк, В. С. Управление надежностью бесстыкового пути интенсивными методами / В. С. Лысюк // Управление надежностью железнодорожного пути : сб. науч. тр. ВНИИЖТ. – М. : Транспорт, 1991. – С. 24–41.
- 3 Крысанов, Л. Г. Напряжения в рельсах в зоне стыка / Л. Г. Крысанов, О. О. Клокова // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). – 1986. – № 1. – С. 50–52.