

УДК (UDC) 625.143

PROBLEMS OF THE STATE OF THE ROLLING SURFACE OF THE RAIL HEAD ON SPEED AND HIGH-SPEED RAILWAY SECTIONS OF JSC "UZBEKISTAN TEMIR YOLLARI"

Лесов К.С.¹, Кузнецов И.И.¹, Самандаров Х.О.¹, Кенжалиев М.К.¹
Lesov K.S.¹, Kuznetsov I.I.¹, Samandarov X.O.¹, Kenjaliev M.K.¹

¹ – Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта
(Ташкент, Узбекистан)

¹ – Tashkent Institute of Railway Engineers (Tashkent, Uzbekistan)

Abstract: In the process of train traffic on the rolling surface of the rail head are formed bumps and fatigue defects, constant dynamic loads lead to the frustration the upper structure of the path. In this article the analyzes integral indicators of the rolling surface of the rails (long waves, medium waves, short waves) on the section of speed and high-speed train traffic for assess the condition of rails in transit. Problems with the formation of wave-like irregularities on the surface of the rails are identified, promising directions in solving this problem are indicated.

Key words: Rail, wear, rolling surface of the rail head, undulating deformation of rails, track measuring car, service life of elements of the upper structure of track, analysis, technology, grinding rails.

ПРОБЛЕМЫ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТИ КАТАНИЯ ГОЛОВКИ РЕЛЬСОВ НА СКОРОСТНЫХ И ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ УЧАСТКАХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ АО «ЎЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙЎЛЛАРИ»

Аннотация: В процессе движения поездов на поверхности катания головки рельсов образуются неровности и усталостные дефекты, постоянные динамические нагрузки приводят к расстройству верхнего строения пути. В статье проведен анализ интегральных показателей поверхности катания рельсов (длинные волны, средние волны, короткие волны) на участке скоростного и высокоскоростного движения поездов для оценки состояния рельсов в пути. Выявлены проблемы с образованием волнообразных неровностей на поверхности катания рельсов, указаны перспективные направления решения данной задачи.

Ключевые слова: Рельс, износ, поверхность катания головок рельсов, волнообразная деформация рельсов, путеизмерительный вагон, срок службы элементов верхнего строения пути, анализ, технология, шлифование рельсов.

Развитие скоростного и высокоскоростного движения на железных дорогах Республики Узбекистан является составной частью транспортной политики страны, стратегической целью которой является обеспечение посредством опережающего развития транспорта ускоренного и стабильного развития национальной экономики, роста ее конкурентоспособности, повышения благосостояния и качества жизни населения каждого региона [1, 2].

Наиболее дорогостоящим и ответственным элементом железнодорожного пути, состояние которого в первую очередь определяет бесперебойное и надежное движение поездов, являются рельсы. Долговечность рельсов, комфортабельность движения скоростных

и высокоскоростных поездов, износ подвижного состава во многом связаны с состоянием поверхности катания головок рельсов. В процессе движения поездов на поверхности рельсов возникают либо локальные, либо протяженные неровности (волнообразная деформация рельсов).

При наличии начальных волнообразных дефектов в процессе динамических воздействий при движении поездов происходит дальнейшее развитие дефекта, образование волнообразных неровностей (длинных волн) с увеличением их амплитуды. Их зарождение и развитие связаны как с технологией производства рельсов, так и с условиями и характером их работы под подвижной нагрузкой. Зарождение и развитие неровностей на поверхности катания рельсов приводят к ухудшению верхнего строения пути, подвижного состава, контакта колеса с рельсом и дискомфортабельности пассажирских поездов.

Для анализа проблемы состояния поверхности катания головки рельсов путевого хозяйства АО «Ўзбекистон темир йўллари» рассмотрены локальные неровности поверхности катания головки рельсов, возникающие на участках скоростного и высокоскоростного движения поездов. Для оценки состояния головки рельсов использованы результаты промеров пути, которые измеряются и оцениваются путеизмерительным вагоном № 106 управления путевого хозяйства.

С измерительными датчиками путеизмерительного вагона №106 были произведены промеры по интегральным показателям поверхности катания рельсов (длинные волны, средние волны, короткие волны). Для изучения наличия волнообразных износов, были выбраны четыре опытных участка в пределах скоростного и высокоскоростного участка Ташкент – Самарканд, характеристики которых приведены в табл. 1.

Для первичной оценки состояния головок рельсов на опытных участках использованы результаты промеров пути путеизмерительным вагоном № 106 от 3 марта 2019 года. Согласно принятой классификации дефектов рельсов НТД–1–14 наиболее существенными являются [3]:

- волнообразная деформация головки рельса (дефект 40);
- смятие и вертикальный износ головки (дефекты 41.1-2);
- боковой износ головки сверх доступных норм (дефект 44).

Таблица 1

Характеристики опытных участков

№	Параметры	Опытные участки			
		Участок №1	Участок №2	Участок №3	Участок №4
		Даштабад – Джизак нечетный путь	Даштабад – Джизак четный путь	Джизак– Галляарал нечетный путь	Галляарал – Самарканд нечетный путь
1	Протяженность участка, км	59,74	57,00	25,18	88,20
	в том числе: прямые	50,04	32,6	12,65	61,58
	кривые	9,7	24,4	12,53	26,62
2	Радиусы кривых, м	от 285 до 1858	от 285 до 4004,5	500 до 3580	от 410 до 4004
3	Тип рельса	Р65	Р65	Р65	Р65
4	Завод изготовитель рельсов	ОАО «Кузнецкий металлургический комбинат»	ОАО "Металлургический комбинат "Азовсталь"	ОАО «Кузнецкий металлургический комбинат»	Nippon Steel Corporation (NSC), ОАО "Металлургический комбинат "Азовсталь"
5	Год укладки	с 2006 по 2011гг	2011 г	с 2003 по 2004 гг	2006, 2007, 2013

Продолжение таблицы 1

№	Параметры	Опытные участки			
		Участок №1	Участок №2	Участок №3	Участок №4
		Даштабад – Джизак нечетный путь	Даштабад – Джизак четный путь	Джизак – Галляарал нечетный путь	Галляарал – Самарканд нечетный путь
6	Пропущенный тоннаж, млн. т брутто	188,2 – 727,2	100,5 – 224,2	3620 по 3622 – 2,4 Остальные – 284,0	с 3631 по 3641 км – 287,0 с 3641 по 3660 км – 21,9 с 3673 по 3698 км – 231,1 с 3699 по 3704 км – 243,1 с 3705 по 3722 км – 276,2
7	Тип шпал	Железобетонные шпалы типа BF70	Железобетонные шпалы типа BF70	Железобетонные шпалы типа Ш1-1	Железобетонные шпалы типа BF70
8	Эюра шпал, шт/км	1720; 1840	1720; 1840	1840; 2000	1720; 1840
9	Тип промежуточного рельсового скрепления	PandrolFastclip	PandrolFastclip	Клеммно-болтовое	PandrolFastclip
10	Установленная скорость, км/ч пасс/груз	120/100	230	150	160

Волнообразный износ рельсов (дефект 40) влечет интенсивный шум, ухудшает плавность движения поездов и сокращает срок службы элементов верхнего строения пути и ходовой части подвижного состава. Он проявляется в виде периодических неровностей на головке рельса.

Характеристики причин возникновения волн на поверхности катания рельса:

- длинные волнообразные неровности с длиной волны от 1,5 до 3,5 м возникают при прокатке и правке рельсов на комбинатах вследствие вибрации прокатной клетки, биения валков и других причин, а при эксплуатации – из-за дальнейшего развития первоначальных дефектов;

- средние волнообразные неровности с длиной волны от 0,25 до 1,5 м образуются от воздействия подвижного состава с высокими нагрузками на ось, идущего по рельсам на небольшой скорости;

- короткие волнообразные неровности (рифли) с длиной волны от 0,03 до 0,25 м появляются из-за периодического проскальзывания колес подвижного состава (главным образом из-за разности в диаметрах кругов катания), что вызывает сдвиги или повышенное истирание верхних слоев металла в местах проскальзывания и приводит к вибрации и шуму при движении подвижного состава (так называемые «шумящие» рельсы).

Согласно [4], оценка неровностей на поверхности катания рельсов производится в трех поддиапазонах длин волн:

- короткие - 0,03-0,25 м;
- средние - 0,25-1,5 м;
- длинные - 1,5-3,5 м.

Для первичной оценки рассмотрим протяженности пути на опытных участках по наличию волнообразных износов по длинам участка. Анализ наличия волнообразных износов рельса и соответствующая им протяженность проведен по каждому опытному участку. Результаты анализа приведены в табл. 2.

Таблица 2

Протяжённости пути по наличию волнообразного износа рельсов на опытных участках

Опытные участки		Протяженность участка км	Протяжённости пути с волнообразным износом рельсов	
№	Наименование участков		м	%
1	Даштабад – Джизак нечетный путь	59,74	2074	3,47
2	Даштабад – Джизак четный путь	57,00	54949	96,40
3	Джизак – Галляарал нечетный путь	25,18	23567	93,59
4	Галляарал – Самарканд нечетный путь	88,20	71724	81,32
Всего		230,12	152314	66,19

Для оценки интегральных показателей состояние поверхности катания рельсов в пределах опытных участков, рассматривается множество фрагментов участка. Для анализа интегральных показателей рассчитывается вероятное значение отклонений по глубинам поверхности катания рельсов, которое зависит от количества наблюдений. Если взять большее количество измерений, то крайние точки (наибольшее и наименьшее значение) будут «выскакивать» на графике все дальше от среднего значения, в результате уменьшаются сочетания случайных величин.

Возникает вопрос: какую же величину считать наибольшей, если эта величина, оказывается, зависит от количества наблюдений. В книге профессора Чернышева М.А. [5] рассмотрен и предложен выбор более вероятного значения.

Для определения вероятного значения необходимо взять среднее арифметическое ее частных значений и к нему прибавить 2,5 среднеквадратического отклонения и получим формулу:

$$A_{max} = A_{cp} + 2,5S$$

где A_{cp} - среднее значение;

S - среднеквадратическое отклонение.

Вероятные значения неровностей для опытных участков приведены в табл. 3.

На рис. 1 представлена графическая интерпретация вероятных значений отклонений по глубине для опытных участков. При этом можно констатировать, что по левой рельсовой нити на всех опытных участках количество значений неровностей больше чем на правой рельсовой нити.

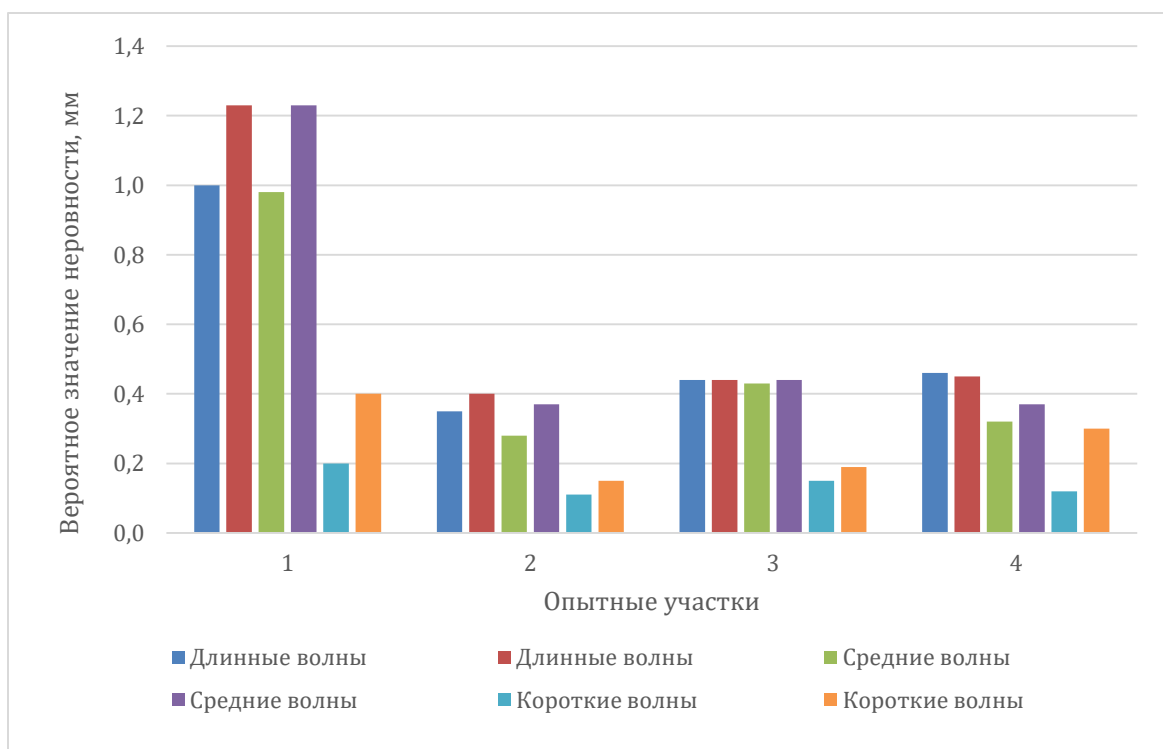
В современных условиях эксплуатации железных дорог с ростом скоростей движения и грузонапряженности потребность в новых рельсах с каждым годом только возрастает, поэтому задача продления жизненного цикла рельсов имеет огромное значение для путевого хозяйства железнодорожной отрасли. В результате анализа и обработки данных состояния поверхности катания головки рельсов, полученных путеизмерительным вагоном, можно четко установить наличие проблем по интегральным показателям поверхности катания рельсов на скоростных и высокоскоростных участках железных дорог АО «Ўзбекистон темир йўллари».

Перспективным направлением в решении данной проблемы является технология шлифования рельсов с применением рельсошлифовальных поездов, позволяющая производить механическую обработку головки рельсов без их демонтажа в условиях железнодорожного пути. При этом, одной из главных целей шлифования является формирование поперечного профиля рельсов. Периодическая корректировка профиля шлифованием позволяет обеспечить наилучший контакт колеса с рельсом, равномерно распределить внутренние напряжения по поверхности рельса и тем самым продлить его эксплуатационный ресурс на 15...20 % [6].

Таблица 3

Вероятные значения неровностей

№ опытного участка	Вероятные значения неровностей, мм					
	Длинные волны		Средние волны		Короткие волны	
	Правая нить	Левая нить	Правая нить	Левая нить	Правая нить	Левая нить
1	1,0	1,23	0,98	1,23	0,20	0,40
2	0,35	0,40	0,28	0,37	0,11	0,15
3	0,44	0,44	0,43	0,44	0,15	0,19
4	0,46	0,45	0,32	0,37	0,12	0,30

**Рисунок 1. Вероятные значения неровностей по участкам, мм****Выводы:**

1. На участках скоростного и высокоскоростного движения поездов наблюдается образование неровностей по интегральным показателям поверхности катания рельсов (длинные волны, средние волны, короткие волны) которые измеряются путеизмерительным вагоном № 106 управления путевого хозяйства.

2. При проведении исследования оценивается среднее состояние наличия и интенсивности образования выявляемых волнообразных неровностей на протяжении пути. Совокупность выявляемых неровностей на поверхности катания рельсов негативно влияет на состояние верхнего строения пути и подвижного состава.

3. Перспективным направлением решения данной проблемы считается применение профильной шлифовки головки рельсов, при этом необходимо проведение детальных обследований состояния поверхности катания рельсов и определение основных причин развития неровностей.

Литература

1. Лесов К.С., Мирахмедов М.М., Ибрагимов Н.Н., Рузиев Р.В., Исмаилов Х.Д. Развитие высокоскоростного движения поездов в Узбекистане как элемент конкурентоспособности транспортной системы и реализации транзитного потенциала / Материалы 5-го Международного симпозиума железнодорожных вузов Европы и Азии «Гармонизация и интеграция систем образования транспортных вузов стран Европы и Азии». – Алматы: 2012. С.132-135.
2. Концепция развития скоростного и высокоскоростного движения на железных дорогах Республики Узбекистан. Проектно-изыскательский институт по транспорту ОАО «Боштрэнслои́ха». – Ташкент: 2009.
3. Классификации дефектов рельсов НТД -1-14 / Ташкент 2014.
4. Технические указания по шлифованию рельсов. ОАО "РЖД". – М.: ИКЦ "Академкнига", 2004. – 39 с.
5. Чернышев М.А. Практические методы расчета пути / М.А. Чернышев - М.: Транспорт, 1967. – 236 с.
6. Ильиных А.С. Обоснование и разработка научно-методических основ высокопроизводительной технологии шлифования рельсов в условиях железнодорожного пути: автореферат диссертации на соискания ученой степени д.т.н. / Саратов, 2013. – 36 с.

References

1. Lesov K.S., Mirakhmedov M.M., Ibragimov N.N., Ruziev R.V., Ismailov Kh.D. The development of high-speed train traffic in Uzbekistan as an element of the competitiveness of the transport system and the realization of transit potential / Materials of the 5th International Symposium of Railway Universities in Europe and Asia "Harmonization and Integration of Education Systems of Transport Universities in Europe and Asia". – Almaty: 2012. S.132-135.
2. The concept of the development of speed and high-speed movement on railways of the Republic of Uzbekistan. Design and survey institute for transport of "Boshtransloyikha" OJSC. - Tashkent: 2009.
3. Rail defect classifications NTD -1-14 / Tashkent 2014.
4. Technical instructions for grinding rails. OJSC "RJD". – M.: PBC "Akademkniga", 2004. - 39 p.
5. M.A. Chernyshev Practical methods for calculating the path / M.A. Chernyshev - M.: Transport, 1967. – 236 p.
6. Il'inykh A.S. Justification and development of scientific and methodological foundations of high-performance technology for grinding rails in a railway: abstract for the degree d.t.s. / Saratov, 2013.– 36 p.

Сведения об авторах / Information about the authors

Кузнецов Игорь Иванович – старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Путь и путевое хозяйство» Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта. e-mail: kuznetsov@tashiit.uz

Лесов Кувандик Сагинович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство» Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта. e-mail: nilppx@mail.ru

Кенжалиев Мухамедали Казбек угли – младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Путь и путевое хозяйство» Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта. e-mail: kenjaliyev@tashiit.uz

Самандаров Хушнудбек Одилбекович – младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Путь и путевое хозяйство» Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта. e-mail: samandarov@tashiit.uz

Kuznetsov Igor Ivanovich – senior researcher at the research laboratory "Road and road economy", Tashkent Institute of railway engineers. e-mail: kuznetsov@tashiit.uz

Lesov Kuvandik Saginovich – candidate of technical sciences, associate professor, head of the department "Construction of railways, road and road economy", Tashkent Institute of railway engineers. e-mail: nilppx@mail.ru

Kenjaliev Mukhamedali Kazbek ugli – research assistant at the research laboratory "Road and road economy", Tashkent Institute of railway engineers. e-mail: kenjaliyev@tashiit.uz

Samandarov Xushnodbek Odilbekovich – research assistant at the research laboratory "Road and road economy", Tashkent Institute of railway engineers. e-mail: samandarov@tashiit.uz