

Анализ состояния рабочей поверхности рельсов опытных партий на Экспериментальном кольце АО «ВНИИЖТ»

М. Ю. ХВОСТИК, И. В. ХРОМОВ, О. А. БЫКОВА, Г. А. БЕРЕСТЕНЬ

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»), Москва, 129626, Россия

Аннотация. Представлены результаты исследования состояния поверхности рельсов различных производителей, полученные при их полигонных испытаниях на Экспериментальном кольце АО «ВНИИЖТ». Выполнен сравнительный анализ изменения размеров головки рельсов по основным контролируемым показателям: соответствие фактических размеров новых рельсов номинальным, интенсивность образования вертикального и бокового износа, изменение продольных вертикальных волнообразных неровностей, образование трещин и выкрашивания на поверхности катания при различной величине пропущенного тоннажа.

Ключевые слова: рельс железнодорожный; полигонные испытания; пропущенный тоннаж; износ; продольные вертикальные неровности; выкрашивание металла

Введение. При мониторинге рельсов на сети железных дорог ОАО «РЖД», их эксплуатационных и полигонных испытаниях решаются задачи оценки влияния условий эксплуатации на интенсивность повреждаемости рельсов, соотнесения фактических результатов и декларируемых производителями величин характеристик рельсов, сравнения потребительских характеристик рельсов различных категорий и производителей, получения исходных данных для прогнозирования отказов рельсов [1].

Целью полигонных испытаний на Экспериментальном кольце АО «ВНИИЖТ» является объективная оценка ресурса рельсов по показателям их сопротивления контактной усталости. При таких испытаниях обеспечиваются повторяемость и достоверность результатов. Сравнительные испытания проходят в идентичных условиях, но их продолжительность в разы меньше, чем время исследований на опытных участках в эксплуатационных условиях.

Полигонные испытания опытных партий рельсов, а также новых и старогодных рельсов серийного производства проводятся на Экспериментальном кольце (ЭК) более 40 лет. За это время профильными специалистами института последовательно было разработано несколько методик, определяющих в том числе перечень контролируемых характеристик пути и непосредственно рельсов.

Одним из наиболее значимых показателей является износостойкость рельсов, определяемая изменением геометрии поперечного и продольного профиля рельсов при определенной их наработке относительно начальных размеров.

Повышенная интенсивность износа рельсов приводит к тому, что при сплошной смене из пути изымаются рельсы, имеющие недоиспользованный ресурс работоспособности более 20 % [2]. Мониторинг дифференцированно-термоупрочненных рельсов на участках со сложным планом и профилем пути при возросшей в 2015–2017 гг. грузонапряженности показал, что от 60 до 90 % вновь уложенных рельсов изымается по коду дефекта 44.0.

Несмотря на то что интенсивность износа рельсов на ЭК значительно ниже, чем в среднесетевых условиях, за счет систематической обильной смазки и постоянного испытательного подвижного состава, оценка рельсов разных партий, совокупно используя критерии их износостойкости и контактной выносливости, является объективной при формировании заключения о потребительских свойствах рельсов.

Инструкция [3] устанавливает виды дефектов головки рельсов и их предельные размеры в зависимости от скорости подвижных единиц, связанных с изменением геометрии поверхности катания рельсов. К их числу относятся: трещины, выкрашивания, выколы, износ и смятие металла.

Сохранение работоспособного состояния рельса при наличии повреждений зависит как от его физико-механических характеристик, так и непосредственно от фактических размеров головки рельса.

Согласно требованиям ГОСТ Р 51685–2013 [4] высота головки не контролируется прямым измерением, а формируется исходя из размеров высоты рельса, высоты шейки и ширины головки с учетом величин допускаемых отклонений их размеров.

Для продления срока службы рельсов при обеспечении непревышения предельных величин бокового (h_b) и вертикального (h_v) износа головки разработан и внесен в ГОСТ Р 51685–2013 [4] новый тип рельса Р65К для наружных нитей кривых участков пути,

имеющий большую площадь головки по сравнению с рельсом типа Р65, в том числе за счет увеличения высоты рельса до 181 мм при допуске отклонения в сторону увеличения до 1,3 мм. Разница высоты головки рельсов типа Р65 и Р65К при одинаковых прочих размерах, определяющих геометрию головки, может составлять 1,7–2,9 мм (до 20 % от величины предельно допускаемого вертикального износа рельса типа Р65).

Использование электронных профилографов с соответствующим программным обеспечением (например, ПР-03) позволяет при контроле размеров рельса оперативно и с высокой точностью определять не только отклонения фактических размеров головки от очертания поперечного профиля рельса — эталона, построенного по номинальным размерам, контролируемым в соответствии с ГОСТ Р 51685–2013 [4], но и рассчитывать изменение площади.

Раньше подобные измерения выполнялись с применением механических профилографов с регистрацией профиля на бумаге и расчетом площади вручную, что накладывало ограничение на количество контрольных измерений и не обеспечивало воспроизводимость результатов. Запись продольного профиля осуществлялась движущимися по рельсу профилографами, например тележкой Шестопалова. Недостатком механических записывающих устройств является их низкая разрешающая способность, не превышающая 0,2 мм [5].

Отдельные превентивные мероприятия повышения износостойкости рельсов. На ЭК АО «ВНИИЖТ» сравнительный анализ поперечных и продольных профилей новых рельсов проводится с применением высокоточного электронного оборудования по всем партиям укладываемых для испытаний рельсов [6].

В табл. 1 представлены статистически обработанные результаты отступлений от размеров головки эталонного рельса у рельсов опытных партий российских производителей — ПАО «ЧМК» и АО «ЕВРАЗ ЗСМК», а также зарубежного изготовления — завод «Явато» (Япония) и металлургический комбинат «Азовсталь» (Украина). Для каждой партии до начала опытной эксплуатации выполнялись измерения на 3-х рельсах длиной 25 м в 3-х сечениях (1 — принимающая часть рельса, 2 — середина, 3 — отдающая часть, расстояние между сечениями 10 м).

Рельсы АО «ЕВРАЗ ЗСМК», изготавливаются с уменьшенными до 0,9 мм по высоте относительно эталона размерами головки, у рельсов производства ПАО «ЧМК» размеры головки практически соответствуют эталонным, рельсы японского производства изготавливаются с увеличенными до 0,7 мм размерами головки (при соблюдении размеров по высоте рельса), рельсы «Азовсталь» — со значительными до 2,35 мм отступлениями в сторону уменьшения по высоте головки от эталонного профиля.

На рис. 1 представлены фактические профили головки новых рельсов, наложенные на эталонный профиль рельса типа Р65.

Таким образом, уже на стадии изготовления возможно заложить определенные конкурентные преимущества — запас металла головки рельса, позволяющий сохранить номинальные размеры головки после первоначального профилактического шлифования новых рельсов с целью устранения длинных неровностей и других заводских дефектов на поверхности катания.

На фактор износостойкости рельсов при прочих равных условиях оказывают влияние процентное со-

Таблица 1

Отклонения размеров высоты головки новых рельсов, мм

Table 1

Deviations of head height dimensions of new rails, mm

№ рельса	№ сечения	Партия рельсов					
		ДТ1	ДТ2.1	ДТ2.2	Я3.1	Я3.2	У4
1	1	–0,04	–0,59	–0,33	0,47	0,72	–1,41
	2	–0,01	–0,56	–0,54	0,36	0,54	–1,69
	3	–0,08	–0,67	–0,56	0,06	0,41	–1,72
2	1	–0,06	–0,23	–0,34	0,34	0,20	–0,98
	2	–0,02	–0,53	–0,44	0,39	0,26	–1,30
	3	–0,02	–0,65	–0,63	0,52	0,25	–1,37
3	1	–0,16	–0,89	–0,70	0,59	0,15	–1,52
	2	–0,10	–0,38	–0,62	0,71	0,38	–1,73
	3	–0,09	–0,51	–0,93	0,43	0,42	–2,35
Среднее статистическое значение		–0,06	–0,56	–0,57	0,43	0,37	–1,56
Среднее квадратическое отклонение		0,05	0,18	0,19	0,18	0,18	0,38

держание углерода в рельсовой стали и твердость рабочей поверхности головки.

В табл. 2 приведены величины отдельных характеристик химического состава и физико-механических свойств рельсов различных партий.

И по процентному содержанию углерода, и по твердости отечественные рельсы, заявленные производителем как рельсы повышенной износостойкости и контактной выносливости, несколько уступают рельсам типа Р65 японского производства.

Оценка интенсивности износа головки рельсов. При грузонапряженности 250–300 млн т·км брутто/км пути в год наработка тоннажа 750 млн т брутто в условиях ЭК достигается в среднем за 3 года.

Осредненные результаты измерений износа рельсов представлены в табл. 3. (В средней части звеньев и на отдающих концах интенсивность накопления износа меньше, чем в зоне принимающей части.)

На рис. 2 представлены графики изменения величин бокового и вертикального износа рельсов наружной (упорной) нити в зависимости от величины пропущенного тоннажа (ДТ1.1 — часть рельсов опытной партии, расположенная в переходной кривой, — порядка 40%; ДТ1.2 — часть рельсов опытной партии, расположенная в прямой, — прямая вставка между переходными кривыми смежных круговых кривых одного направления).

При наработке тоннажа 750 млн т брутто наибольшие средние величины бокового износа $h_6 = 2,64$ мм зафиксированы на рельсах ДТ2.2, расположенных в кривой малого радиуса. Для рельсов, лежащих в кривых близкого радиуса (партии ДТ2.1 и ЯЗ.1), отмечается несколько меньший износ рельсов японского производства, интенсивность h_6 наружной нити составляет 0,195 и 0,173 (мм/100 млн т брутто) соответственно.

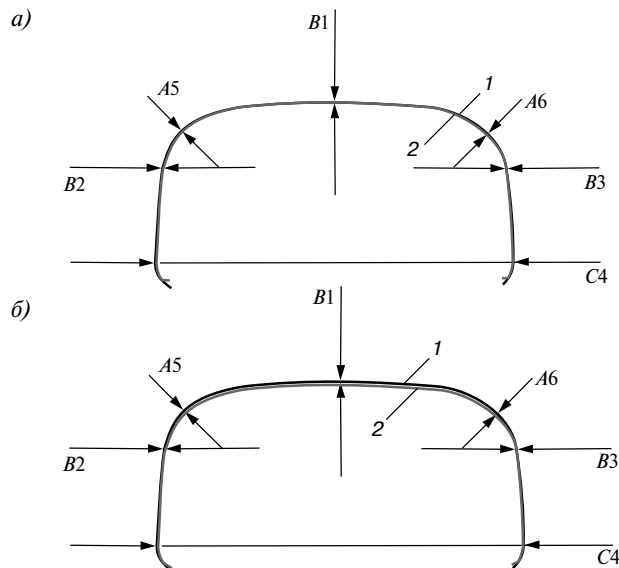


Рис. 1. Поперечный профиль головки рельса:
а — рельс партии ДТ1; б — рельс партии ДТ2.2; 1 — эталонный профиль головки рельса; 2 — фактический профиль головки рельса
Fig. 1. Cross-section of rail head:
а — rail of the batch ДТ1; б — rail of the batch ДТ2.2;
1 — reference rail head profile; 2 — actual rail head profile

Таблица 2

Характеристики рельсов

Table 2

Характеристика	Партия рельсов				
	ДТ1	ДТ2.1	ДТ2.2	ЯЗ.1	ЯЗ.2
Содержание углерода в рельсовой стали, %	0,79	0,73	0,85	1,00	0,9
Твердость, ед. по Бринеллю, НВ	373–387	370–383	383–401	397–418	388–401

Таблица 3

Износ рельсов при наработке 750 млн т брутто

Table 3

Wear of the rails with an operating time of 750 million tons of gross

План пути	Партия рельсов									
	ДТ1		ДТ2.1		ДТ2.2		ЯЗ.1		ЯЗ.2	
	h_b	h_6	h_b	h_6	h_b	h_6	h_b	h_6	h_b	h_6
Переходная кривая $R = 400$ м — прямая	ДТ1.1		—	—	—	—	—	—	—	—
	1,04/1,51	1,80/0,5								
Круговая кривая $R = 1000$ м	—	—	0,96/1,04	1,46/0,4	—	—	—	—	—	—
Прямая (прямая вставка)	ДТ1.2		—	—	—	—	—	—	—	—
	1,10/1,03	0,6/0,3								
Кривые $R = 650 \dots 1000$ м	—	—	—	—	—	—	0,90/0,93	1,3/—	1,0/1,1	1,4/—
Круговая кривая $R = 400$ м	—	—	—	—	1,43/—	2,64/—	—	—	—	—

Примечание. В числителе — значения по наружной (упорной нити), в знаменателе — по внутренней нити.

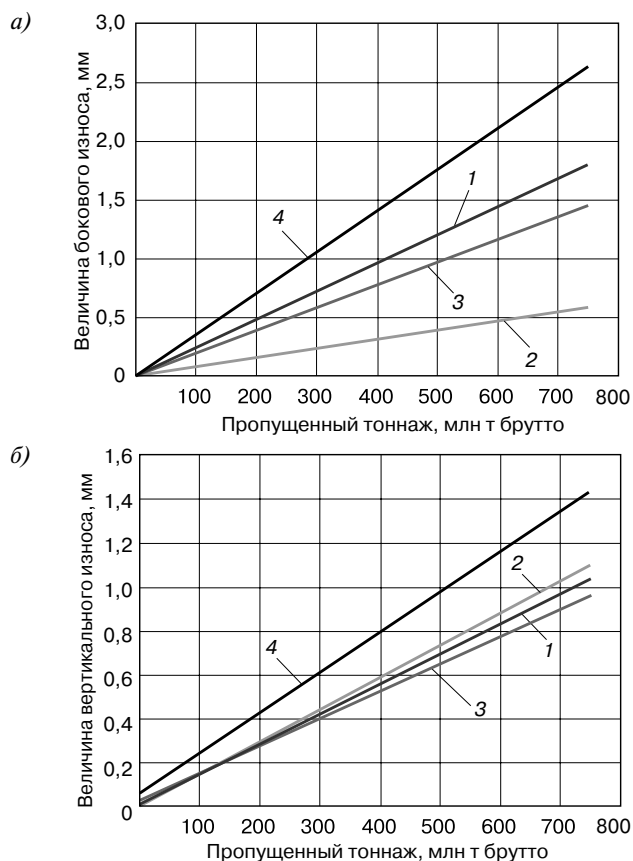


Рис. 2. Динамика износа рельсов наружной (упорной) нити: а — боковой износ; б — вертикальный износ; 1 — ДТ1.1; 2 — ДТ1.2; 3 — ДТ2.1; 4 — ДТ2.2

Fig. 2. Dynamics of rails wear of external (thrust) thread: а — lateral wear; б — vertical wear; 1 — DT1.1; 2 — DT1.2; 3 — DT2.1; 4 — DT2.2

Наибольшая интенсивность бокового и вертикального износа отмечается на рельсах ДТ2.2, уложенных в кривой 400 м, составляющая при наработке 750 млн т брутто 0,35 и 0,19 (мм/100 млн т брутто) соответственно.

Условия проведения испытаний на Экспериментальном кольце АО «ВНИИЖТ» не в полной мере позволяют выполнить сравнительную оценку износостойкости рельсов: даже рельсы одной партии (Д1), уложенные на длине 375 м, могут иметь различную интенсивность износа и образования поверхностных повреждений (выкрашивания) в зависимости от плана пути (см. рис. 2). Для сравнительной оценки износостойкости рельсов различных партий следует одновременно укладывать их в кривой одного радиуса методом чередования. Подобные условия реализуются при испытаниях рельсов на полигоне FAST Центра транспортных технологий (ТТЦИ) в Пуэбло (шпат Колорадо, США) [7].

Для исключения ненормативного влияния эксплуатационных факторов, особенно при испытаниях рельсов в кривых малого радиуса, состояние колеи, в том числе взаимное положение рельсов по уровню

(возвышение одного рельса над другим), должно соответствовать требованиям Инструкции [8].

Оценка продольного волнообразного износа рабочей поверхности рельсов. Одним из критериев рабочего состояния рельсов является глубина вертикальных неровностей поверхности катания. Неровности подразделяются по длине:

- Короткие неровности — волнообразные, длиной волны от 0,03 до 0,25 м, возникают из-за периодического проскальзывания колес, вызывающего сдвиги или повышенное истирание верхних слоев металла.

Кроме того, появление коротких неровностей (не волнообразных) является следствием выкрашивания и смятия металла на поверхности катания головки рельса из-за нарушений технологии изготовления рельсов (сварки рельсов) или недостаточной контактно-усталостной прочности рельсового металла (металла сварного шва выполненного алюмотермитной сваркой).

- Средние неровности с длиной волны от 0,25 до 1,5 м образуются от воздействия составов с высокими осевыми нагрузками при прохождении на небольших скоростях, в том числе при отступлениях от норм устройства и содержания пути.

- Длинные неровности с длиной волны от 1,5 до 3,5 м — волнообразная деформация головки, возникающая при прокатке и правке рельсов на металлургических комбинатах и развивающаяся в эксплуатации.

Нормируемые средние значения глубин неровностей в зависимости от скорости движения, при превышении которых назначается шлифовка рельсов, содержатся в «Инструкции по шлифовке и фрезерованию рельсов в пути и стационарных условиях» [9].

В Инструкции [3] волнообразный износ с длиной волны 0,25–1,5 м классифицируется как длинные волны, код дефекта 40.0.

При полигонных испытаниях замеры вертикальных неровностей на поверхности катания рельсов выполнялись с использованием тележки для индикации волнообразного износа ТИВИР-03, программное обеспечение которой позволяет дифференцировать начальную запись исходного сигнала.

Записи вертикальных неровностей на головках рельсов обрабатывались с определением средних значений и среднеквадратических отклонений при стандартной базе измерения 1 м.

На основании значительного объема данных, полученных при исследовании дифференцированно-термоупрочненных рельсов различных производителей, в том числе зарубежных, выполнена сравнительная оценка динамики неровности на поверхности катания рельсов при наработке тоннажа до 750 млн т брутто (табл. 4).

С учетом фактических скоростей движения опытного состава при испытаниях установлено, что при достижении наработки тоннажа 750 млн т брутто лишь у рельсов партии ДТ2.2 по внутренней нити зна-

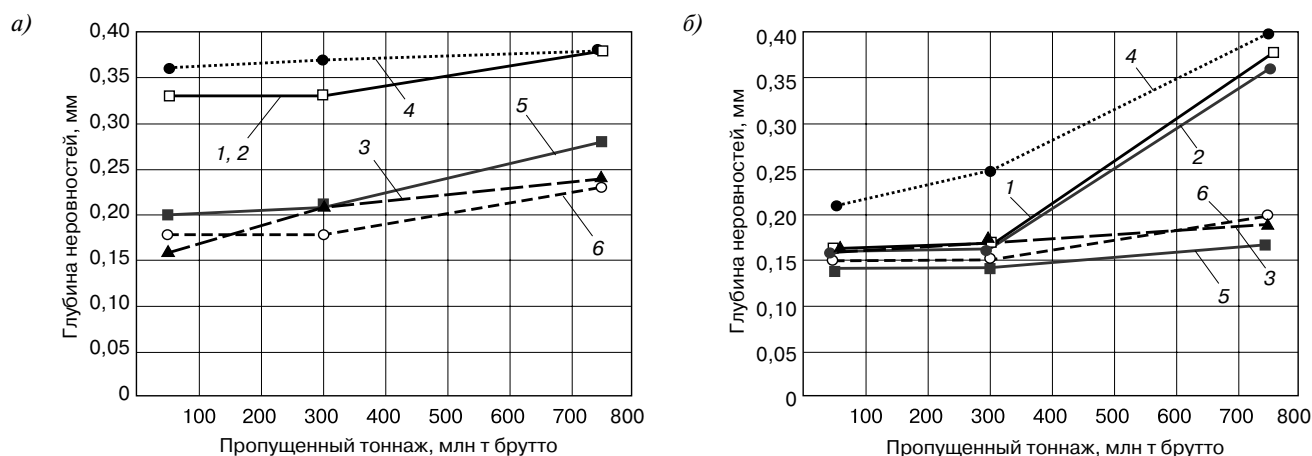


Рис. 3. Длинные волнообразные неровности на рельсах опытных партий:
а — наружная (упорная) нить; б — внутренняя нить; 1 — ДТ1.1; 2 — ДТ1.2; 3 — ДТ2.1; 4 — ДТ2.2; 5 — Я3.1; 6 — Я3.2

Fig. 3. Long undulating irregularities on the rails of experimental batches:

а — outer thread; б — inner thread; 1 — DT1.1; 2 — DT1.2; 3 — DT2.1; 4 — DT2.2; 5 — Ya3.1; 6 — Ya3.2

чения глубин коротких неровностей достигли величин, при которых рекомендуется шлифовка. Установлено, что наименьшие значения глубин средних и коротких неровностей как в начальной стадии испытаний, так при пропуске тоннажа 750 млн т брутто имеют рельсы японского производства.

На рис. 3 и 4 представлены графики изменения глубин длинных и коротких неровностей по внутренней и наружной нитям рассматриваемых партий рельсов при тоннажах 50, 300 и 750 млн т брутто.

В целом при незначительном увеличении глубин средних и коротких неровностей на рельсах опытных партий, лежащих в кривых среднего радиуса (партии ДТ2.1, Я3.1 и Я3.2), существенное увеличение величин глубин коротких и средних неровностей рельсов ДТ1 (ДТ1.1) и ДТ 2.2 обусловлено поверхностным выкашиванием металла головки в зоне измерения. При этом следует отметить, что рельсы ДТ1.1 и ДТ2.2 уложены в наиболее сложных участках 2-го пути ЭК, имеющих зафиксированные отступления по содержа-

Таблица 4

Изменение глубин волнообразных неровностей на поверхности катания рельсов

Table 4

Change in the depths of corrugated irregularities on the rolling surface of rails

Тоннаж, млн т брутто	Партия рельсов	Среднее значение/Среднее квадратическое отклонение глубины коротких неровностей, мм, измеренных на базе 1 м			
		Средние неровности		Короткие неровности	
		Внутренняя нить	Наружная нить	Внутренняя нить	Наружная нить
50	ДТ1	0,16/0,10	0,33/0,21	0,02/0,02	0,03/0,04
	ДТ2.1	0,16/0,15	0,16/0,12	0,03/0,04	0,03/0,04
	ДТ2.2	0,21/0,08	0,36/0,10	0,03/0,03	0,04/0,02
	Я3.1	0,15/0,07	0,18/0,12	0,01/0,01	0,02/0,05
	Я3.2	0,14/0,08	0,20/0,11	0,02/0,02	0,03/0,05
300	ДТ1	0,16/0,09	0,33/0,33	0,03/0,03	0,03/0,04
	ДТ2.1	0,17/0,11	0,21/0,16	0,04/0,05	0,04/0,03
	ДТ2.2	0,25/0,11	0,37/0,17	0,03/0,03	0,04/0,04
	Я3.1	0,15/0,07	0,18/0,08	0,02/0,04	0,03/0,05
	Я3.2	0,14/0,05	0,21/0,10	0,02/0,04	0,03/0,05
750	ДТ1	0,38/0,25	0,38/0,26	0,05/0,07	0,06/0,09
	ДТ2.1	0,19/0,12	0,24/0,10	0,04/0,06	0,04/0,04
	ДТ2.2	0,40/0,15	0,38/0,12	0,08 /0,06	0,06/0,07
	Я3.1	0,20/0,10	0,23/0,11	0,02/0,04	0,03/0,04
	Я3.2	0,17/0,07	0,28/0,15	0,02/0,04	0,03/0,05

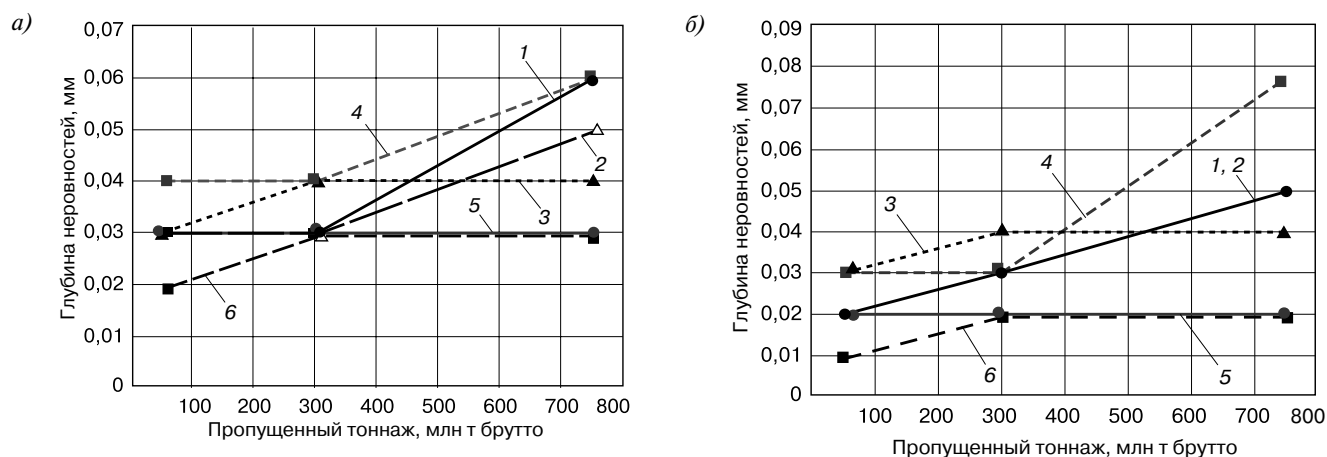


Рис. 4. Короткие неровности на рельсах опытных партий:
 а — наружная (упорная) нить; б — внутренняя нить; 1 — ДТ1.1; 2 — ДТ1.2; 3 — ДТ2.1; 4 — ДТ2.2; 5 — ЯЗ3.1; 6 — ЯЗ3.2
 Fig. 4. Short irregularities on the rails of test batches:
 а — outer thread; б — inner thread; 1 — DT1.1; 2 — DT1.2; 3 — DT2.1; 4 — DT2.2; 5 — Ya3.1; 6 — Ya3.2

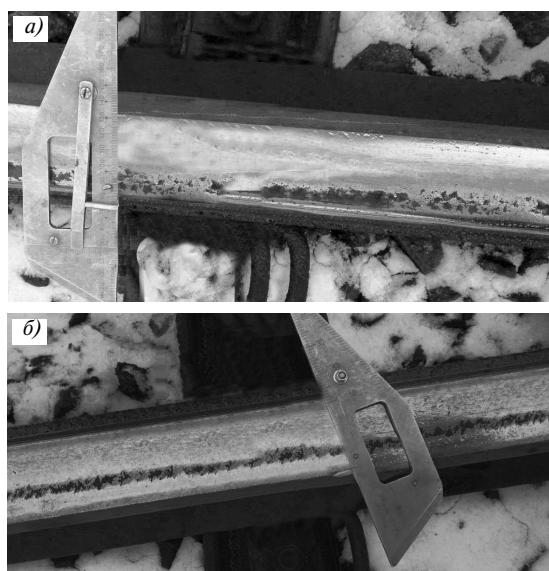


Рис. 5. Поверхностное выкрашивание рельсов партии ДТ1 (ДТ1.1):
 а — наружная нить; б — внутренняя нить
 Fig. 5. Surface shelling out of the rails from the batch DT1 (DT1.1):
 а — outer thread; б — inner thread



Рис. 6. Выкол металла головки рельса партии ДТ2.2
 Fig. 6. Metal indent of rail head of the batch DT2.2

нию, что, безусловно, оказало влияние на интенсивность возникновения поверхностных повреждений.

Основными видами дефектов рельсов на ЭК АО «ВНИИЖТ» для дифференцированно-термоупрочненных рельсов являются дефекты кодов 10.1-2, 11.1-2, 13.1-2, 21.1-2 (22.1-2), 53.1 [10].

В табл. 5 приведены отдельные сведения о выходе рельсов исследуемых партий при наработке тоннажа до 750 млн т брутто.

На рис. 5 и 6 представлены рельсы партии ДТ1 (ДТ1.1) с поверхностным выкрашиванием и фрагмент рельса партии ДТ2.2 с выколом металла нижней выкружки головки от усталостного повреждения в верхней части выкола. Рельсы расположены в кривых радиусом 400 м.

Заключение. 1. Исследование контактной выносливости рельсов при полигонных испытаниях на ЭК АО «ВНИИЖТ» позволяет с высокой вероятностью прогнозировать результаты эксплуатации рельсов на сети железных дорог. Однако условия испытаний не в полной мере обеспечивают получение объективных оценок при сравнении результатов испытаний рельсов различных партий.

2. Выкрашивание металла на поверхности катания рельсов является основной причиной изъятия рельсов опытных партий. Зарождение и развитие дефектов такого рода, помимо основной причины — динамического воздействия испытательного подвижного состава на рельсы, происходят как из-за нарушений технологии изготовления рельсов, так и из-за нарушений норм текущего содержания пути.

3. На стадии изготовления рельсов целесообразно закладывать определенные конкурентные преимущества — больший объем металла головки рельса, позволяющий увеличить наработку до изъятия при наступлении предельных величин износа рельсов одной конструкции

Таблица 5

Изъятие рельсов на ЭК АО «ВНИИЖТ»

Table 5

Removal of rails on the TL of JSC «VNIIZhT»

Количество дефектов	Партия рельсов					
	ДТ1		ДТ2.1	ДТ2.2	ЯЗ.1	ЯЗ.2
	ДТ1.1	ДТ1.2				
1	11,2/641	—	53,1/692	25,2/62*	13,1/164	13,1/468
2	—	—	—	13,1/623	—	13,1/468
3	—	—	—	79,2/639	—	—
4	—	—	—	21,2/655	—	—
5	—	—	—	99,2/736	—	—
6	—	—	—	—	—	—

Примечание. В числителе — код дефекта согласно Инструкции [3], в знаменателе — наработка до изъятия, млн т брутто.

* Дефект вызван отступлением в содержании конструкции пути.

(типа Р65) или за счет изменения самой конструкции, что положительно сказывается на продлении срока службы рельсов, снижая стоимость жизненного цикла и самого рельса, и конструкции пути в целом.

4. Увеличение процентного содержания углерода в химическом составе рельсовой стали и повышение твердости рабочей поверхности головки положительно отражаются на износостойкости и контактной выносливости рельсов специального назначения.

5. При выполнении отдельного исследования с целью получения результатов, характеризующих устойчивость рельсов повышенного качества к контактно-усталостным повреждениям, рекомендуется оптимизировать условия полигонных испытаний, приблизив их к эксплуатационным, а именно: сварить 25-метровые рельсы методом чередования в плети длиной более 100 м, проводить шлифовку для удаления контактно-усталостных повреждений и уменьшить смазку поверхности катания рельсов для сокращения продолжительности испытаний. Подобные условия реализуются при испытаниях рельсов на полигоне FAST Центра транспортных технологий (ТТСИ) в Пуэбло (штат Колорадо, США).

Кроме того, на участках пути, расположенных в горизонтальных кривых, особенно малого радиуса, необходимо обеспечить возвышение наружного рельса в соответствии с требованиями к текущему содержанию железнодорожного пути для линий с грузовым движением.

6. При формировании результатов испытаний следует расширить перечень критериев оценки износостойкости рельсов, дополнив его величиной площади износа на момент определенной наработки тоннажа, с внесением данного критерия в соответствующие методики полигонных (эксплуатационных) испытаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мониторинг повреждаемости рельсов типа Р65 при различных условиях эксплуатации на сети железных дорог России / М. Ю. Хвостик [и др.] // Повышение эффективности устройства и содержания железнодорожного пути: сб. тр. ученых ОАО «ВНИИЖТ». М.: ВМГ-Принт, 2014. С. 105–111.
2. Джанполодова Л. А. Работоспособность рельсов в кривых // Повышение эффективности и надежности работы рельсов: сб. науч. тр. ВНИИЖТ. М.: Транспорт, 1990. С. 109–115.
3. Инструкция «Дефекты рельсов. Классификация, каталог и параметры дефектных и остродефектных рельсов»: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 23.10.2014 г. № 2499 р.
4. ГОСТ Р 51685–2013. Рельсы железнодорожные. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2014. 101 с.
5. Анализ прямолинейности концов железнодорожных рельсов / Л. Г. Крысанов [и др.] // Сборник научных трудов. М.: Транспорт, 1990. С. 90–99.
6. Хромов И. В. Сравнительный анализ вертикальных отклонений головки новых рельсов различного производства от эталона Р65 по данным ПР-03 производства НПЦ «Инфотранс» // Повышение эффективности устройства и содержания железнодорожного пути: сб. тр. ученых ОАО «ВНИИЖТ». М.: ВМГ-Принт, 2014. С. 115–118.
7. Рельсы повышенного качества: результаты испытаний на полигоне ТТСИ // Железные дороги мира. 2017. № 12. С. 73–75.
8. Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 14.11.2016 г. № 2288р.
9. Инструкция по шлифовке и фрезерованию рельсов в пути и стационарных условиях: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 29.12.2014 г. № 3185р. Екатеринбург: УралЮрИздат, 2014. 72 с.
10. Рейхард В. А., Джанполодова Л. А. Испытания рельсов на Экспериментальном кольце ОАО «ВНИИЖТ» // Повышение эффективности и надежности рельсов: сб. тр. ВНИИЖТ. М.: Интекст, 2011. С. 19–32.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

ХВОСТИК Михаил Юрьевич,
канд. техн. наук, заведующий лабораторией, НЦ «РСТМ»,
АО «ВНИИЖТ»

ХРОМОВ Илья Владимирович,
старший научный сотрудник, НЦ «РСТМ», АО «ВНИИЖТ»

БЫКОВА Ольга Анатольевна,
ведущий инженер, НЦ «РСТМ», АО «ВНИИЖТ»

БЕРЕСТИН Галина Анатольевна,
ведущий инженер, НЦ «РСТМ», АО «ВНИИЖТ»

Статья поступила в редакцию 30.01.2018 г., актуализирована
25.04.2018 г., принята к публикации 04.05.2018 г.

Performance analysis of the working surface of the rails from test batches on the Test Loop of JSC "VNIIZhT"

M. Yu. KHVOSTIK, I. V. KHROMOV, O. A. BYKOVA, G. A. BERESTEN'

Joint Stock Company "Railway Research Institute" (JSC "VNIIZhT"), Moscow, 129626, Russia

Abstract. The monitoring of railway rails damage on the railway network of the JSC "Russian Railways" as well as operational and polygon tests are conducted with the purpose of assessing the impact of operating conditions on the intensity of rails damage, obtaining initial data for forecasting rails failures. The increased intensity of rails wear on sites with a complex plan and profile leads to the fact that with a continuous change from the track, rails which have an underutilized service life of more than 20 % are retrieved.

Polygon tests on the Test Loop of the JSC "VNIIZhT" near the Scherbinka station can provide the repeatability and reliability of the results, comparative tests are carried out under identical conditions and their duration is several times less than when tested at experimental sites under operational conditions. The results of the polygon tests of new differentially heat-strengthened rails did not reveal any advantages in the wear resistance of special purposed rails (laid in the recommended radius of the curve for its application) when comparing the rails of domestic manufacturers.

Metal shelling out on the rolling surface of rails is the main reason for the removal of rails from test batches. The origin and development of defects of this kind is due to both violations of the technology of manufacturing rails, and because of violations of the current maintenance of the track.

The metal stock in the area of the rail head of R65 type due to the increase in its dimensions positively affects the extension of the lifetime of the rails, reducing the cost of the life cycle and the rail itself, and the design of the track as a whole.

When carrying out a separate study in order to obtain results characterizing the stability of high-quality rails to contact fatigue damage, it is advisable to optimize the conditions of the polygon tests, bringing them closer to operational ones.

When forming the test results, it is necessary to expand the list of criteria for assessing the wear resistance of rails, supplementing it with the size of the wear area at the time of a certain operating time of the tonnage, with the introduction of this criterion into the appropriate methods for the polygon (operational) tests.

Keywords: railway rail; polygon tests; passed tonnage; wear; longitudinal vertical irregularities; metal shell out

DOI: <http://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2018-77-3-141-148>

REFERENCES

1. Khvostik M. Yu., Dzhaneladova L. A., Shishikina I. V., Beresten' G. A. *Monitoring povrezhdaemosti rel'sov tipa R65 pri razlichnykh usloviyakh ekspluatatsii na seti zheleznnykh dorog Rossii* [Monitoring of the damageability of R65 rails under various operating conditions on the Russian railway network]. *Povyshenie effektivnosti ustroystva i soderzhaniya zheleznodorozhnogo puti. Sb. tr. uchenykh OAO "VNIIZhT"* [Increase the efficiency of the device and the content of the railway track. Proc. of works of scientists of JSC "VNIIZhT"]. Moscow, VMG-Print Publ., 2014, pp. 105–111.
2. Dzhaneladova L. A. *Rabotosposobnost' rel'sov v krivykh* [Rails performance in curves]. *Povyshenie effektivnosti i nadezh-*

nosti raboty rel'sov. Sb. nauch. tr. VNIIZhT [Increase the efficiency and reliability of the rails. Proc. of scientific works of researchers of VNIIZhT]. Moscow, Transport Publ., 1990, pp. 109–115.

3. *Instruction "Defects of rails. Classification, catalog and parameters of defective and highly defective rails"*. Approved by the order of the JSC "Russian Railways" on October 23, 2014, no. 2499r. (in Russ.).

4. GOST R 51685–2013. *Railway rails. General specifications*. Moscow, Standartinform, 2014, 101 p.

5. Krysanov L. G. *Analiz pryamolineynosti kontsov zheleznodorozhnykh rel'sov* [Analysis of the straightness of the ends of railway rails]. Moscow, Transport Publ., 1990, pp. 90–99.

6. Khromov I. V. *Sravnitel'nyy analiz vertikal'nykh odkloneniy golovki novykh rel'sov razlichnogo proizvodstva ot etalona R65 po dannym PR-03 proizvodstva NPTs "Infotrans"* [Comparative analysis of the vertical deviations of the head of new rails of different production from the reference sample R65 according to the PR-03 data of the production of NPC "Infotrans"]. *Povyshenie effektivnosti ustroystva i soderzhaniya zheleznodorozhnogo puti. Sb. tr. uchenykh OAO "VNIIZhT"* [Increase the efficiency of the device and the content of the railway track. Proc. of works of scientists of JSC "VNIIZhT"]. Moscow, VMG-Print Publ., 2014, pp. 115–118.

7. *Rel'sy povyshennogo kachestva: rezul'taty ispytaniy na poligone TTCI* [Higher quality rails: test results at the TTCI range]. *Zheleznnye dorogi mira*, 2017, no. 12, pp. 73–75.

8. *Instruction on the current maintenance of a railway track*. Approved by the order of the JSC "Russian Railways" on November 14, 2016, no. 2288r. (in Russ.).

9. *Instruction on grinding and milling of rails in a track and in stationary conditions*. Approved by the order of the JSC "Russian Railways" on December 29, 2014, no. 3185r. Ekaterinburg, Ural-Yurizdat Publ., 2014, 72 p. (in Russ.).

10. Reykhard V. A., Dzhaneladova L. A. *Ispytaniya rel'sov na Eksperimental'nom kol'tse OAO "VNIIZhT"* [The testing of rails on the Test Loop of the JSC "VNIIZhT"]. *Povyshenie effektivnosti i nadezhnosti rel'sov. Sb. tr. OAO "VNIIZhT"* [Raising the efficiency and reliability of rails. Proc. of works of JSC "VNIIZhT"]. Moscow, Intext Publ., 2011, pp. 19–32.

ABOUT THE AUTHORS

Mikhail Yu. KHVOSTIK,
Cand. Sci. (Eng.), Head of the Laboratory, SC "RSTM",
JSC "VNIIZhT"

Il'ya V. KHROMOV,
Senior Researcher, SC "RSTM", JSC "VNIIZhT"

Ol'ga A. BYKOVA,
Leading Engineer, SC "RSTM", JSC "VNIIZhT"

Galina A. BERESTEN',
Leading Engineer, SC "RSTM", JSC "VNIIZhT"

Received 30.01.2018
Revised 25.04.2018
Accepted 04.05.2018

■ E-mail: vsp311@yandex.ru. (M. Yu. Khvostik)