

УДК 621

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ИЗНОС КОЛЕСА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА В СИСТЕМЕ «КОЛЕСО-РЕЛЬС»

Ганченко Е.Е., Ганченко Д.Д., аспирант гр. ПСЖД-113, I курс, Сеначин Н.М.,
магистр гр. ИТм-212, II курс

Научный руководитель: Колясов К.М., к.т.н., доцент

Уральский государственный университет путей сообщения

г. Екатеринбург

Цель данной работы заключается в анализе факторов влияющих на образование дефектов, которые появились в следствии естественного износа поверхности катания колес в процессе эксплуатации.

Перечень факторов, влияющих на износ:

1. Профили катания колес;
2. Твердость материалов колеса и рельса;
3. Наличие смазочного материала в системе «колесо-рельс»;
4. Геометрические параметры рельсовой колеи;
5. Влияние скорости и ускорения;

Профили катания колесных пар:

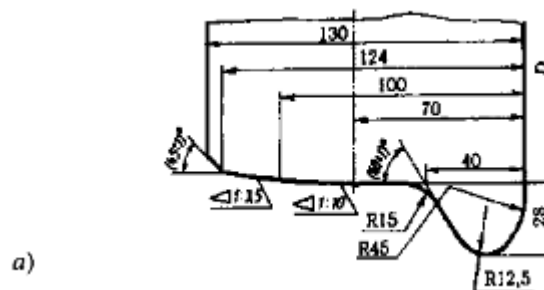


Рис. 1. Профиль катания вагонного колеса;

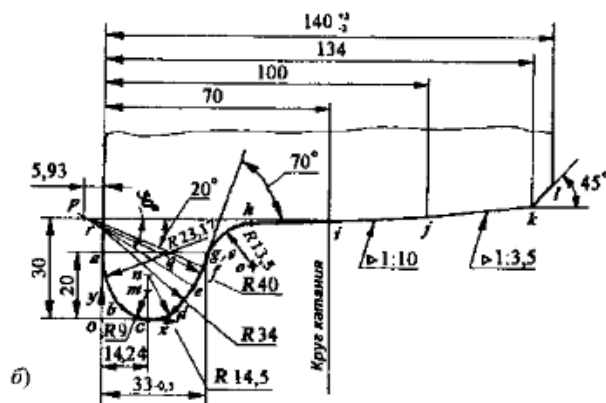


Рис. 2. Профиль катания колеса локомотива;

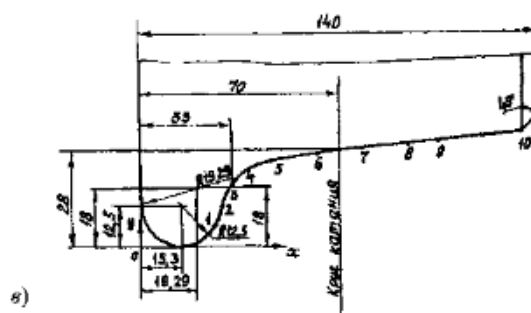


Рис. 3. Профиль катания колеса ДМЕТИ;

Стандартный профиль имеет гребень, служащий для направления движения и предохранения от схода колесной пары с рельсов. Гребень имеет высоту 28 мм. Наружная грань гребня имеет угол наклона 60° , рабочая грань профиля - конусность 1:10, которая обеспечивает центрирование колесной пары относительно оси пути и улучшает условия прохождения кривых участков пути. При движении по кривому участку пути колесная пара смещается наружу кривой, благодаря конусности поверхностей катания колес окружность катания колеса, движущегося по наружному рельсу, больше, чем колеса, движущегося по внутреннему рельсу. Наружная часть поверхности катания имеет конусность 1:3,5. Она реже контактирует с рельсом и меньше изнашивается. Благодаря наличию этой конусности обеспечивается безопасный проход стрелочных переводов даже при достижении предельного проката колеса, наплыва колеса и других дефектов поверхности катания.

Контролируемый параметр	Локомотивное депо, серия тепловоза	Объем выборки N	Профиль	Зависимость	Коэффициенты уравнений регрессии $X = A + BL$		Коэффициент корреляции R_{xy}	Остаточная дисперсия S_y^2 , мм ²	98%-й ресурс бандажей до обточки, тыс. км
					A, мм	B, мм/10 ⁴ км			
Прокат бандажей	«Пермские моторы» ТГМ4	572	ГОСТ	$M_y(L)$	0,190	0,161	0,931	0,0248	167
				$\sigma_y(L)$	0,098	0,187	0,883	0,0622	
			ДМетИ	$M_y(L)$	0,027	0,194	0,988	0,0016	189
				$\sigma_y(L)$	0,144	0,129	0,887	0,0083	
	Мотовилиха ТГМ23	480	ГОСТ	$M_y(L)$	0,191	0,346	0,963	0,0678	137
				$\sigma_y(L)$	0,528	0,081	0,935	0,0069	
Износ гребней бандажей	«Пермские моторы» ТГМ4	498	ГОСТ	$M_y(L)$	3,993	0,332	0,757	0,5393	132
				$\sigma_y(L)$	1,322	0,116	0,965	0,0065	
			ДМетИ	$M_y(L)$	3,410	0,167	0,971	0,1775	97
				$\sigma_y(L)$	1,329	0,283	0,936	0,0120	
	Мотовилиха ТГМ23	444	ГОСТ	$M_y(L)$	2,015	0,126	0,941	0,0162	183
				$\sigma_y(L)$	0,887	0,109	0,739	0,0782	
			ДМетИ	$M_y(L)$	1,944	0,208	0,904	0,0349	178
				$\sigma_y(L)$	1,239	0,078	0,868	0,0106	

Рис. 4. Анализ износа профилей

При переходе со старого типа рельс Р50 на более новый Р65, мы получили повышение плотности рельса путем увеличения углестали в составе рельса и тем самым увеличения твердости рельса относительно колеса соответственно повышения интенсивности износа для колес. К тому же размер рельса стал сам по себе больше.

Применение рельсов из высокопрочных сталей требует, следовательно, применение таких же по прочности и твердости материалов бандажей. Оптимальное соотношение твердости бандажей колесной пары электровозов и рельсов в России минимальное (0,7–0,8)

При исследовании на машинах трения МИ-1 и МИ-3 Лариным Т.В. с использованием образцов из рельсовой и колесной сталей было замечено, что минимальный износ бандажей и рельсов получается при соотношении твердости бандажа и рельсов в пределах $H_B/H_R = 1–1,05$

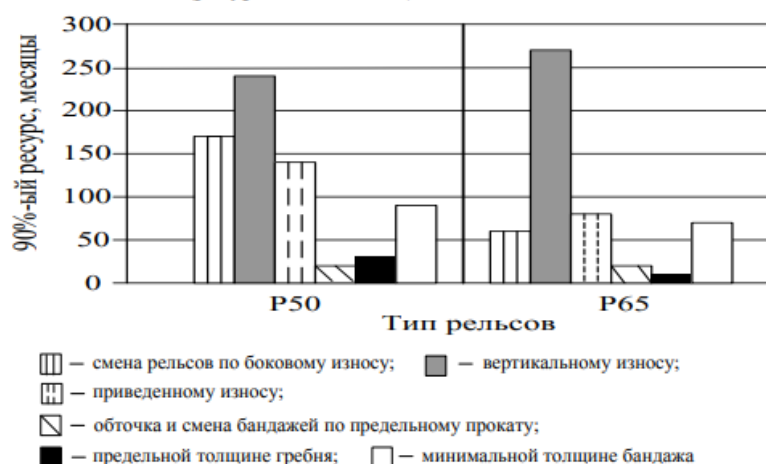


Рис. 5. Соотношение твердости колеса к твердости рельса

Основное внимание уделяют обеспечению эффективного смазывания поверхности гребня колеса и колеи рельса, а также смягчению условий трения, особенно на крутых участках, чтобы гарантировать условия отсутствия сильного износа колеса. Эффективная смазка имеет заметные преимущества: снижения шума, связанного с взаимодействием колеса с рельсом, что очень важно в населенных пунктах; снижения расхода энергии (топлива) на взаимодействие колеса с рельсом.

Наблюдение показало, что в случае сухих рельсов набегающие на наружный рельс в кривой малого радиуса (КМР) колеса грузовых вагонов опираются на него гребнями, а их поверхности катания практически не соприкасаются с поверхностью катания рельса. Иная картина наблюдается при смазанных рельсах: колеса вагонов опираются поверхностями катания на поверхность катания наружного рельса, а их гребни контактируют с его внутренней гранью. После успешного применения на смазывание внутренних граней головок наружных рельсов в кривых получило широкое распространение на сети железных дорог и обеспечило существенное снижение износа колес и рельсов.

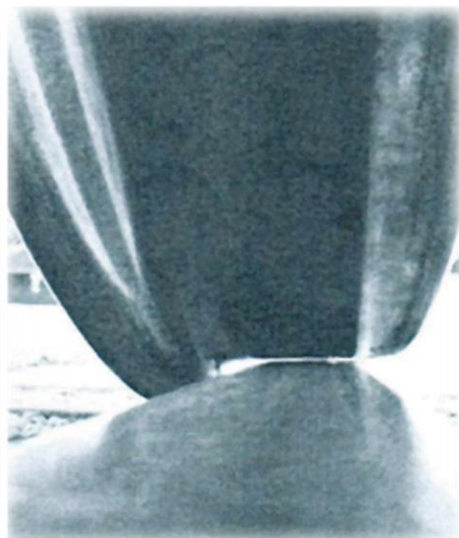


Рис. 6. Взаимодействия набегающего колеса и наружного рельса в КМР

Путем сужения рельсовой колеи пытались добиться, во-первых, повышения устойчивости подвижного состава, а во-вторых, увеличения его скорости движения.

Поскольку зазор между гребнем (ребордой) колесной и боковой головкой рельса уменьшился на 2 миллиметра с каждой стороны, стало наблюдаться сильное повышение износа как реборд, так и боковых головок рельсов.

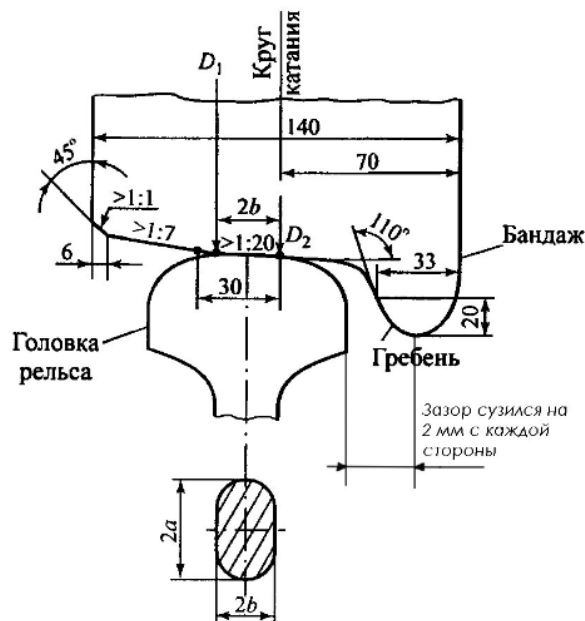


Рис. 7. Сравнение колеи 1524 и 1520

Видами износа колес, являются равномерный и не равномерный прокат по кругу катания и вертикальный подрез гребень. Износ колеса происходит преимущественно на кривых малого радиусом (обычно менее 500–800 м) из-за более высоких боковых нагрузок, прикладываемых колесами.

Известно, что наиболее интенсивное изнашивание гребней колесных пар грузовых вагонов и рельсов происходит в кривых участках пути.

Показано взаимодействие головок рельсов, имеющих характерные для КМР износы и деформации, с ободьями колесных пар грузовых вагонов.

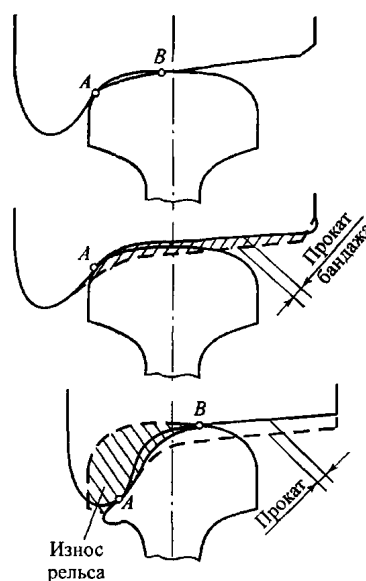


Рис. 8. Разновидности износа относительно движения

№ кривой	Радиус, м			Уровень, мм			Ширина колеи, мм			Непогашенное ускорение, м/с ²			Боковой износ, мм		
	R_{cp}	σ_R	$r_{R\delta}$	U_{cp}	σ_U	$r_{U\delta}$	S_{cp}	σ_S	$r_{S\delta}$	$\alpha_{н.ср}$	σ_α	$r_{\alpha\delta}$	$h_{ср}$	σ_h	$r_{h\delta}$
1	337	67,52	0,407	99	10,68	0,246	1540	2,45	0,242	0,52	0,001	0,373	10,1	1,49	1
2	393	94,45	0,383	89	7,46	0,265	1535	3,27	0,535	0,44	0,001	0,336	9	1,18	1
3	627	924,4	0,455	79	8,19	0,235	1535	3,93	0,555	0,12	0,001	0,335	6,6	2,95	1
4	552	844,3	0,48	85	6,86	0,3	1535	6,3	0,135	0,16	0,001	0,552	7	4,5	1

Рис. 9. Влияние КМР на боковой износ колеса

Показана ситуация, когда кузов грузового вагона, наклонившись внутрь кривой малого радиуса под действием опрокидывающего момента, упирается своими боковыми опорами со стороны внутреннего рельса в скользуны на надрессорных балках обеих тележек вагона. При этом движение грузового вагона в КМР происходит с опорой кузова на четыре точки (по две на каждой тележке) - на подпятники (точки 1 и 3) и на боковые скользуны (2 и 4). Такое взаимодействие опорных поверхностей может привести к повреждениям боковых опор кузова и к пластическим деформациям (смятию) скользунов тележек (рис. 8).

При прохождении вагоном КМР происходит перераспределение вертикальных нагрузок на колесные пары. Как видно на рис. 7, колеса, движущиеся по внутреннему рельсу, получают большую нагрузку, а колеса, взаимодействующие с наружным рельсом, разгружаются.

При существенном нагружении скользунов тележек вертикальной нагрузкой возникают горизонтальные силы трения в контактах боковых опор кузова и скользунов. Эти силы создают момент, препятствующий повороту тележки относительно пятника при вписывании вагона в КМР.

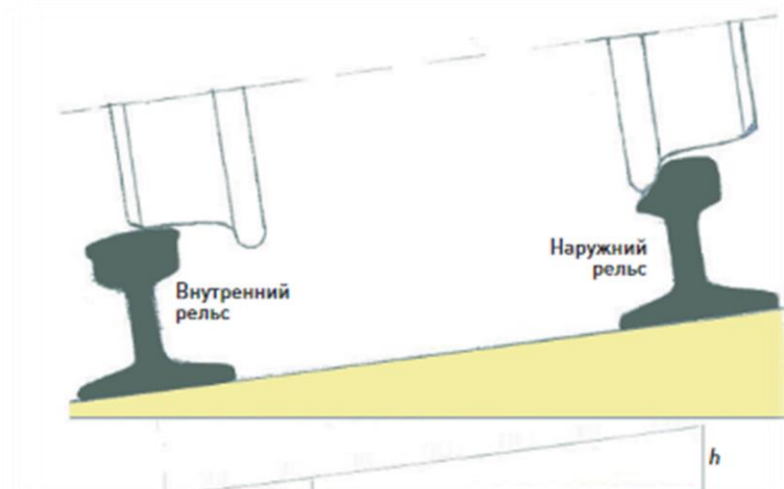


Рис. 10. Взаимодействия колесной пары с рельсами в КМР, при возвышении наружного рельса над внутренним

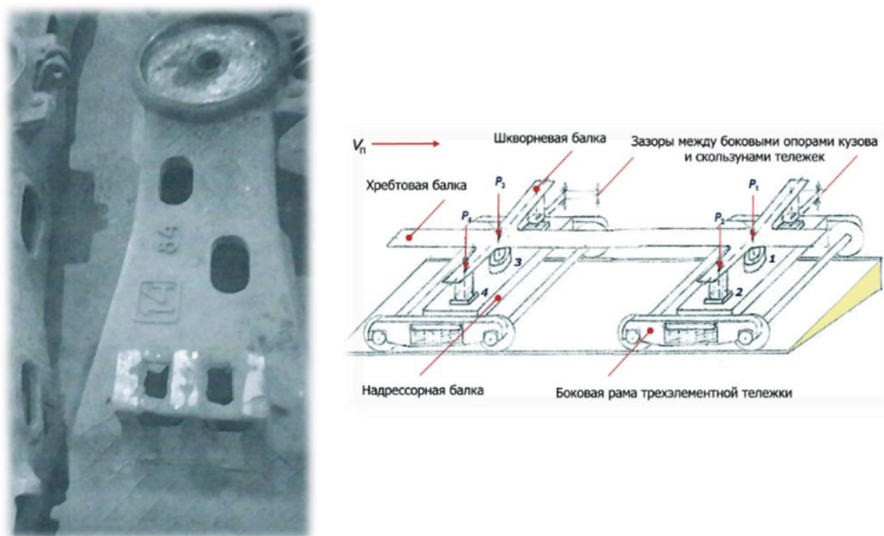


Рис. 11. Износ надрессорной балки и ее элементов в КМР

Вывод: проблема износа и взаимодействия в системе «колесо-рельс» остается актуальной и в настоящее время. Проанализировав, несколько научных трудов я рассмотрел, наиболее значимые факторы, оказывающие влияние на процесс износа рельсов и колесных пар подвижного состава. В настоящее время уделяется особое влияние исследованию и внедрению инновационных систем, связанных улучшение износостойкости бандажей колесных пар.

Список литературы

1. БУЙНОВСОВ А.П. МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА БАНДАЖЕЙ КОЛЕСНЫХ ПАР ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА автореф. дисс. на соиск. уч. ст канд. техн. наук. Екатеринбург: УрГУПС, 2011;
2. ИЗНОС БАНДАЖЕЙ КОЛЕСНЫХ ПАР И СПОСОБЫ ЕГО УМЕНЬШЕНИЯ [Электронный ресурс] URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18285941> (дата обращения 23.02.2024).