

чальной величины темп нарастания износа в интервалах между очередными проходами рельсошлифовальных машин. При этом также уменьшается необходимость в активном шлифовании наружного и внутреннего рельсов, что позволяет сократить потери рельсовой стали.

К тому же шлифование постепенно смещает местоположение максимума подповерхностных напряжений в головке рельсов, что на длительное время предохраняет от его фиксации в уязвимых точках подповерхностного слоя, таких, как посторонние включения. За счет минимизации износа, управления трещинообразованием, поддержания низконапряженного профиля и контроля снятия металла шлифование в сочетании с управлением трением способствует увеличению срока службы рельсов.

Поэтому в оптимальной практике управления взаимодействием колеса и рельса необходимы профилактическое шлифование, лубрикация рабочей грани и регулирование трения на поверхности катания головки рельсов.

В сущности, результаты исследований, проведенных в ТТС в 2003 г., показали, что смазывание не менее важно, чем шлифование, и в совокупности указанные методы содержания пути повышают долговечность рельсов — смазка радикально снижает износ внутренней грани, тогда как шлифование предупреждает образование поверхностных трещин, которые могут распространяться в присутствии смазочного материала и воды.

*Railway Track & Structures*. 2004, № 7, p. 33 – 36.

УДК 625.14

## Влияние ширины железобетонных шпал на износ балласта

*Компания Pfeiderer Track Systems (Германия) исследовала влияние железобетонных шпал шести типов на балластный слой и основание земляного полотна в зависимости от скорости движения поезда и осевой нагрузки. Основным был вывод, что чем больше площадь опирания шпалы, тем меньше деформация балластного материала.*

Одной из функций шпал является передача давления на балластный слой. Однако периодическая поездная нагрузка приводит к постепенному разрушению балласта. При этом чем больше площадь опирания шпал, тем меньше разрушающее воздействие на балласт.

На балласт также воздействуют вибрации от проходящих поездов, которые возрастают при увеличении скорости их движения. Жесткость рельсовых креплений также влияет на усилия, воздействующие на балласт: при ее увеличении возрастает амплитуда вибрации.

Количественную сторону вибрационной нагрузки оценивали при проходе поездов ICE со скоростью 250 км/ч. При этих испытаниях использовали подшпальные подкладки двух видов: более жесткие Zw687a (жесткость рельсового крепления 500 кН/мм) и более мягкие Zw700 (60 кН/мм). Результаты испытаний показали, что интенсивность

вибраций снижается приблизительно на 20 % при использовании более мягких подкладок. Рельсовое крепление компании Vossloh типа Ioarv 300-1, характеризующееся еще большей податливостью (22,5 кН/мм), также снижало вибрации на балластный слой земляного полотна.

Исследовали шпалы шести типов, используемых в Германии на балластном пути (табл. 1). Из-за разных геометрии и характеристик опорной поверхности они по-разному передавали давление на балласт (табл. 2). Все исследованные рельсовые крепления также применяются в Германии.

Шпала типа В70 является классической для балластного пути. Так как она разработана в 1970-х годах, имеется намного больше данных по ее эксплуатационным характеристикам, чем любых других. Шпалы этого типа были уложены на высокоскоростной линии Ганновер — Вюрцбург в конце 1980-х годов.

Шпала типа В01 из-за относительно большей площади опирания обеспечивает распределение нагрузки на балласт эффективнее, чем шпалы меньшего размера. В качестве одного из примеров ее использования можно назвать испытательный участок пути в Бад-Кроцингене.

Шпала типа В75 специально разработана для пути, предназначенного для высокоскоростного движения. Она имеет увеличенную площадь опорной

Т а б л и ц а 1

## Железобетонные шпалы и рельсовые скрепления

Шпала					Скрепление	Подкладка	Жесткость скрепления, кН/мм
Тип	Масса, кг	Длина, мм	Ширина постели, мм				
			верхней	нижней			
В70	300	2600	146	300 (по торцам)	W14 К	Zw687a	500
				271 (под подошвой рельса)	W14 K900	zw900	60
				220 (в центре)			
В01	370	2600	204	300	W21 T600	Zw600	500
					W21 T1000	Zw1000	40
В75	390	2800	182	330	Ioarv 300-1	Zwp104	22,5
В90	330	2600	191	320	Аналогично В70		
В320	380	2600	200	300	Аналогично В75		
ВBS1	560	2400	150	570	Аналогично В70		

поверхности, что обеспечивает эффективную передачу давления на балласт. Шпалы этого типа впервые применены в 1997 г. на участке длиной 14 км высокоскоростной линии Берлин — Ганновер около Штендаля. Кроме того, они уложены на отрезке длиной 500 м испытательного пути в Бад-Кроцингене.

Хотя шпалы В90 и В75 имеют похожую геометрию, площадь опирания первой несколько меньше. Шпалы В90 интенсивно используются начиная с 1990 г. на переходных участках между стрелочными переводами и путем на шпалах В70.

Шпалы типа В320 укладывают на переходных участках между путем на плитном основании и балласте. На высокоскоростных линиях с ними используются скрепления Ioarv 300-1. Эти шпалы выпускают начиная с 1990-х годов.

И, наконец, самая широкая из рассматриваемых шпала типа ВBS1 при значительной собственной массе 560 кг благодаря большой площади опирания оказывает меньшее давление на балласт, чем шпалы обычной конструкции. Путь на широких шпалах допускает движение поездов с высокой осевой нагрузкой и скоростью более 200 км/ч. Эти шпалы также отличаются минимальными требованиями к объему работ по текущему содержанию.

Первые опытные участки пути на широких шпалах общей протяженностью 12 км уложены в Германии в 1996 г. К настоящему времени по ним пропущено более 150 млн. т брутто, причем необходимости в работах по текущему содержанию не было.

Конструкции рельсовых скреплений модифицировались по мере разработки железобетонных шпал

Т а б л и ц а 2

## Влияние железобетонных шпал на балласт

Шпала	Площадь опирания, мм <sup>2</sup>	Скрепление	Жесткость скрепления, кН/мм	Длина зоны упругости, мм	Сила под подошвой рельса, кН	Напряжение сжатия в верхней части балластного слоя, Н/мм <sup>2</sup>
В70	684 000	w14 k900	60	740	51	0,15
В01	780 000	w21 t1000	40	780	48	0,12
В75	880 800	Ioarv 300-1	22,5	864	43	0,10
В90	797 600	W14 K900	60	728	51	0,13
В320	780 000	Ioarv 300-1	22,5	869	43	0,11
ВBS1	1 368 000	W14 K900	60	697	54	0,08

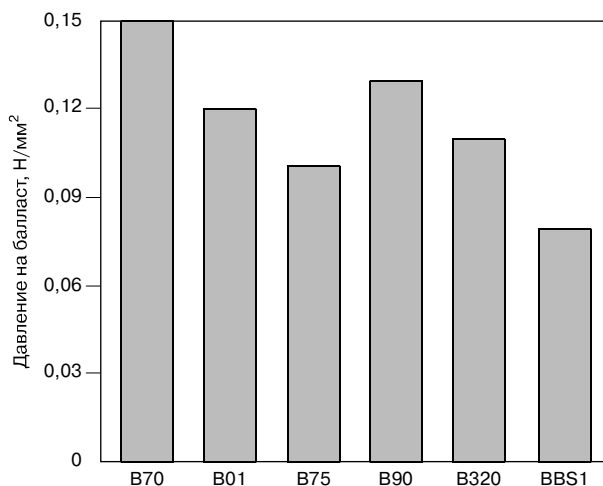


Рис. 1. Передача давления на балласт шпалами шести сравниваемых типов

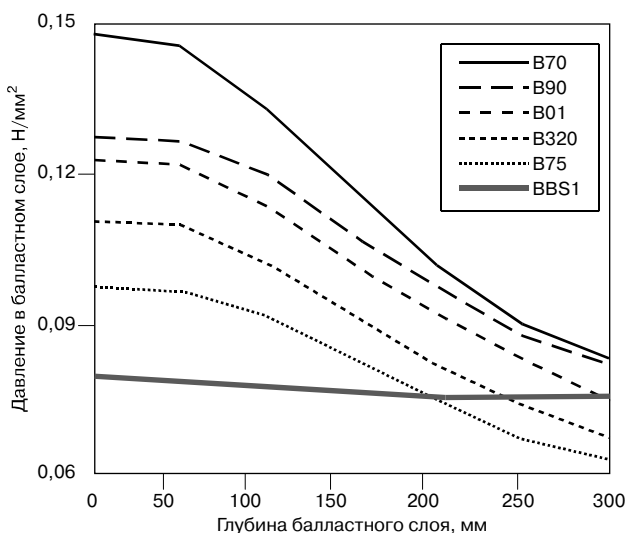


Рис. 2. Изменение давления на балласт в зависимости от толщины его слоя

Таблица 3

Сравнительная матрица повреждаемости балласта под шпалами

Шпала	B70	B01	B75	B90	B320	BBS1
B70	1,00	2,08	5,10	1,74	3,21	12,57
B01		1,00	2,45	0,83	1,54	6,03
B75			1,00	0,34	0,63	2,46
B90				1,00	1,85	7,24
B320					1,00	3,91
BBS1						1,00

для высокоскоростных линий. Упругость этих креплений влияет на величину давления, передаваемого на балласт. Для увеличения упругости рельсовых креплений требуются менее жесткие подрельсовые подкладки.

Стандартное рельсовое крепление W14 К имеет большую жесткость или, другими словами, малую упругость. Компания Vossloh ввела подрельсовые подкладки Zw900, позволяющие улучшить характеристики рельсовых креплений на линиях высокоскоростного движения. Vossloh также выпускает рельсовые крепления Ioarv 300-1, специально разработанные для условий движения с высокой скоростью. Жесткость упругих подрельсовых подкладок составляет 22,5 кН/мм, что заметно меньше, чем рельсовых креплений W14 К900.

Сравнение шпал указанных шести типов заключалось в исследовании длины зоны упругости, давления на подшпальную зону и результирующих нагрузок на балласт. Шпалы уложены с шагом, равным 600 мм, под рельсами типа МСЖД 60.

На величину передаваемого давления влияют площадь опорной поверхности шпалы и упругость рельсовых креплений. Рис. 1 показывает, что самая широкая из рассматриваемых — шпала BBS1 передает наименьшее давление на балласт.

На рис. 2 приведены кривые, характеризующие передачу давления на балласт шпалами шести рассматриваемых типов по мере углубления в балластный слой. Обычно толщина балластного слоя равна 300 мм. Наибольшие напряжения регистрируются на поверхности балластного слоя.

Наименьшее напряжение зафиксировано под шпалой BBS1 благодаря большой площади опорной поверхности. Шпалы B75 и B320 создают большее, чем BBS1, давление на поверхности опирания. Шпалы этих двух типов применяются с относительно упругими рельсовыми креплениями Ioarv 300-1. Шпала B01 имеет большую площадь опирания, но используется со сравнительно жесткими рельсовыми креплениями. В результате характер передачи нагрузки на балласт нельзя считать оптимальным. Наибольшее давление на земляное полотно выявлено под шпалами B90 и B70, которые имеют относительно жесткие рельсовые крепления и небольшую площадь опирания.

По данным Pfliegerer Track Systems, широкие шпалы BBS1 обеспечивают лучшее распределение нагрузки и оказывают меньшее разрушающее влияние на балласт (табл. 3). Путь на таких шпалах требует минимального обслуживания. Еще одним преимуществом является отсутствие проблем при подбивке балласта вокруг шпал.

Шпалы B75 и B320 показали лучшие результаты из шпал меньшего размера благодаря упругим рельсовым креплениям и длине опорной поверхности. Шпалы обоих типов используются с одинаковыми рельсовыми креплениями. Однако относительно большая длина шпалы B75 (2,8 м) создает проблемы при перевозке. Большинство средств для транспортировки и укладки шпал рассчитаны на работы со шпалами длиной 2,6 м. Этот аспект также влияет на

организацию работ по текущему содержанию, особенно когда группы шпал В75 размещены между более короткими. Отмеченный недостаток шпал В75 и объясняет их использование только на двух опытных участках в Германии.

Шпала В320 при длине 2,6 м имеет площадь опирания на 11 % меньшую, чем В75. Соответственно результирующее давление на балласт выше на 10 %.

Шпала В01 представляет интерес потому, что используемое скрепление повышает ее экономичность. Она имеет такую же площадь опорной поверхности, как В320, но скрепление W21 T1000 характеризуется жесткостью 40 кН/мм по сравнению с 22,5 кН/мм у применяемого со шпалой В320 скрепления Ioarv

300-1. Результирующее давление соответственно на 20 % выше, чем у шпалы В75.

Шпалы В90 и В70 уложены с рельсовыми скреплениями W14 K900, характеризующимися большой жесткостью. Шпалы В90 передают на балласт давление на 30 % более высокое, чем В75.

Площадь опорной поверхности шпалы В70 наименьшая среди рассмотренных. Сочетание со сравнительно большой жесткостью скрепления обеспечивает давление на балласт на 50 % большее, чем от шпалы В75.

*S. Freudenstein, M. Romstötter. International Railway Journal, 2004, № 5, p. 44, 46.*

УДК 625.172

## Скоростная очистка рельсов лазерным излучением

*На сегодняшний день разработано и оптимизируется в лабораторных условиях третье поколение мощных лазерных систем, предназначенных для улучшения условий сцепления в контакте колеса — рельс. По окончании лабораторных испытаний две лазерные системы были смонтированы на специализированном подвижном составе для очистки пути. Первые результаты позволяют надеяться, что новый способ очистки рельсов будет более эффективным, чем традиционные.*

Листва на рельсах, раскатываемая колесами поездов, тонкие слои окислов в соединении с водой и смазочными материалами образуют на поверхности катания пленку, ухудшающую сцепление колес с рельсами, удлиняющую тормозной путь и увеличивающую электрическое сопротивление между колесом и рельсом. Меняющиеся условия сцепления требуют значительных дополнительных затрат на средства контроля коэффициента сцепления, вынуждают снижать скорость движения поездов и тем самым уменьшают эффективность использования железнодорожной сети.

Не менее важным недостатком, обусловленным ухудшением сил сцепления, является возможное блокирование колесных пар при торможении и связанные с этим регулярные дополнительные затраты на обточку колесных пар из-за асимметричного износа. Приведенные примеры иллюстрируют важную

роль, которую играет надежный и постоянно высокий коэффициент трения в системе колесо — рельс. Это, свою очередь, доказывает важность проблемы создания высокоэффективной установки для очистки рельсов.

Существующие традиционные методы очистки основаны на использовании воды под большим давлением, а также на струйной обработке рельсов песком и гранулятами. Эти методы в полной мере не отвечают требованиям в отношении повышения скорости обработки и уменьшения износа рельсов. Кроме того, при использовании этих методов необходимо постоянно доставлять рабочие материалы к месту работ.

Проблема может быть решена использованием бесконтактного метода на базе применения мощного лазера. Технология лазерной очистки поверхностей уже несколько лет применяется в промышленности. Примером могут служить очистка форм для вулканизации, локальное удаление лакового покрытия, а также подготовка поверхностей к сварке, пайке и склеиванию.

Лазер с выходной мощностью непрерывного режима в несколько киловатт уже несколько лет используется в автомобильной промышленности. Импульсные лазеры с высокой мощностью в импульсе и соответствующей рабочей оптикой, необходимыми для обработки поверхности рельсов, сначала не имели коммерческого применения. На базе большого объема проведенных экспертиз в области мощных