

УДК 625.1.03, 629.4.015

Токмурзина Наталья Анатольевна - к.т.н., доцент (Алматы, КазАТК)

Пя Дмитрий Радионович - к.т.н., доцент (Алматы, КазАТК)

Апенев Еркежан Серикович - магистрант (Алматы, КазАТК)

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ ЭКИПАЖНОЙ ЧАСТИ ЛОКОМОТИВА НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

Для оценки воздействия локомотивов на железнодорожный путь проводятся путевые и динамические испытания. В ходе этих испытаний определяются следующие показатели:

1. Обобщенные показатели: максимальные и средние кромочные напряжения ( $\sigma_k$ ) в рельсах, отношение кромочных напряжений к осевым напряжениям в рельсе ( $f$ ), отношение рамной силы к осевой нагрузке ( $a_p$ ).

2. Вертикальное воздействие на путь: максимальные и средние значения полусуммы кромочных напряжений в рельсе и вертикальной нагрузки рельса на шпалу, максимальные коэффициенты вертикальной динамики.

3. Горизонтальное воздействие на путь: максимальные и средние значения полуразности кромочных напряжений в рельсе и горизонтальной нагрузки рельса на шпалу, максимальная рамная сила.

4. Воздействие на стрелочные переводы: максимальные и средние значения кромочных напряжений в рельсе, горизонтальной нагрузки от колеса на рельс, отжатий рельса в переводной кривой и в переднем вылете рамного рельса.

Уровень и особенности силовой нагруженности пути, в зависимости от основных параметров экипажной части, могут быть установлены по результатам оценки воздействия на путь локомотивов, испытываемых одновременно и отличающихся по основным параметрам экипажной части: осевым нагрузкам, типу тележек, типу подвешивания тягового двигателя, типу связи кузова с тележкой, износу экипажа и прокату колес.

Авторами проводились испытания на пути с рельсами Р50 и деревянными шпалами на прямом участке пути и в кривой радиусом 650 м при скорости 120 км/ч; в кривой радиусом 350 м при скорости 80 км/ч и в стрелочном переводе Р50 1/11 при скорости 40 км/ч. Результаты испытаний приведены в таблице 1.

Испытания электровоза ВЛ80 с осевой нагрузкой 23 тс и электровоза ВЛ80, балластированного до осевой нагрузки 25 тс, показали, что уровень силовой нагруженности пути зависит не в малой степени от системы связи кузова с тележкой, чем от осевой нагрузки. Электровоз ВЛ80 с осевой нагрузкой 25 тс имел люлечную связь кузова с тележкой, электровоз ВЛ80 с осевой нагрузкой 23 тс — боковые опоры со скользунами. Из результатов испытаний видно, что показатели воздействия на путь электровоза с осевой нагрузкой 25 тс отличались от показателей электровоза с осевой нагрузкой 23 тс в пределах: кромочные напряжения максимальные (– 7)...(+4) %, осевые максимальные (–1,8)...(+2,6) %, вертикальная нагрузка от рельса на шпалу максимальная (– 5,6)...(+11) %, средняя +8,3 %. Из 37 показателей, взятых авторами при проведении эксперимента по воздействию на путь (таблица, графы 1.1 и 1.2) у электровоза ВЛ80 с осевой нагрузкой 23 тс, худшими оказались 19 показателей.

Испытания электровозов ВЛ80<sup>с</sup> и ВЛ82<sup>м</sup> с идентичной экипажной частью были контрольными для оценки влияния износа экипажа и проката колес электровоза ВЛ10<sup>с</sup>. Этот электровоз испытывался после пробега 600 тыс. км с прокатом колес 3-5 мм. У

электровоза ВЛ82<sup>М</sup> пробег был небольшой, прокат отсутствовал. Осевая нагрузка электровоза составляла 25 тс. Испытания показали, что эксплуатационный пробег и прокат практически не оказали влияния на уровень силовой нагруженности пути электровозами этого типа. Все показатели вертикального и горизонтального воздействия на путь и в стрелочных переводах были на одном уровне у обоих электровозов.

Таблица 1

Значение показателей относительной оценки воздействия локомотивов на железнодорожный путь

Опытные участки	Показатели		Значение показателей							
			ВЛ80	ВЛ80 <sub>с</sub>	ВЛ80 <sub>с</sub>	ВЛ82 <sup>М</sup>	ВЛ8 <sub>1</sub>	ВЛ82 <sup>М</sup>	ВЛ8 <sub>4</sub>	ВЛ82 <sup>М</sup>
			1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2
<i>Обобщенные показатели</i>										
Прямой участок	σ <sub>к</sub> , МПа	макс	148	159	155	150	165	200	185	177
		сред	–	–	90	88	94	96	105	104
	<i>f</i>		1,08	1,08	–	–	1,10	1,08	1,07	–
	<i>a<sub>p</sub></i>		0,19	0,25	0,18	0,17	0,28	0,19	0,26	0,19
Кривая R = 650 м	σ <sub>к</sub> , МПа	макс	277	290	–	–	240	255	237	230
		сред	–	–	–	–	125	135	148	137
	<i>f</i>		1,28	1,30	–	–	1,34	1,28	1,34	–
	<i>a<sub>p</sub></i>		0,37	0,39	0,30	0,28	0,38	0,32	0,40	0,24
Кривая R = 350 м	σ <sub>к</sub> , МПа	макс	314	306	–	–	325	300	306	286
		сред	–	–	–	–	130	130	180	178
	<i>f</i>		1,44	1,46	–	–	1,55	1,46	1,54	–
	<i>a<sub>p</sub></i>		0,31	0,32	0,25	0,29	0,34	0,30	0,39	0,21
<i>Относительная оценка</i>										
Число показателей*			37		23		43		45	
Распределение по сравнимым локомотивам	равные		5		10		16		9	
	лучше		19	13	10	5	10	17	5	31

Примечание\* Сумма показателей: обобщенных, по вертикальному и горизонтальному воздействию на путь в прямых и кривых участках и на стрелочном переводе

Испытания локомотивов показали, что наименьший уровень воздействия локомотивов на путь может быть достигнут при двухосных короткобазных тележках.

Результаты испытаний электровозов ВЛ81 и ВЛ82<sup>М</sup> могут быть использованы для оценки влияния типа подвешивания тягового электродвигателя (ТД) на силовую нагруженность пути локомотивами. Электровозы имели близкую конструкцию экипажной части, одинаковые осевые нагрузки. Электровоз ВЛ81 — с рамным подвешиванием ТД с неподрессоренной массой оси 3,3 т. Электровоз ВЛ82<sup>М</sup> имел осевое подвешивание ТД с неподрессоренной массой оси 6,3 т. Перенос ТД на раму тележки увеличил подрессоренную массу тележки электровоза ВЛ81 почти в 2 раза. В прямом участке максимальные кромочные напряжения в рельсе были меньше при рамном подвешивании ТД на 17 %; в кривой радиусом 650 м при рамном подвешивании ТД оказались больше максимальные значения кромочных напряжений на 8 %, средние значения были равными. Показатели  $f$  и  $a_p$  на всех трех участках были больше при рамном подвешивании ТД, что указывает на большее горизонтальное воздействие на путь. Показатели вертикального воздействия на путь при рамном подвешивании ТД были меньше на 0...15 %. Показатели горизонтальной динамики при рамном подвешивании были в основном больше, чем при осевом подвешивании ТД, а на стрелочных переводах - примерно равными. Рамные силы были устойчиво большими при рамном подвешивании ТД.

Рамные силы, действуя в плоскости букс, вызывают увеличение вертикальной нагрузки на рельс. Зависимость между рамной силой и увеличением вертикальной нагрузки от колеса на рельс определяется отношением радиуса колеса (0,625 м) к ширине колеи (1,58 м), которое равно ~0,4. Поэтому каждому увеличению рамной силы на 1 тс соответствует увеличение вертикальной нагрузки колеса на рельс на 0,4 тс, что уменьшает эффективность снижения неподрессоренной массы. Относительная оценка показывает (таблица, графы 3.1 и 3.2), что из 43 показателей электровоз с рамным подвешиванием ТД имел 16 равных показателей, 10 показателей лучших и 17 показателей худших, чем у электровоза с осевым подвешиванием ТД.

Были проведены аналогичные испытания электровозов ВЛ84 и ВЛ82<sup>М</sup>. Неподрессоренная масса оси у электровоза ВЛ84 была почти в два раза меньше, чем у электровоза ВЛ82<sup>М</sup> (3,3 и 6,3 т), а подрессоренная масса тележки почти в два раза больше (17,9 и 9,9 т). Испытания этих электровозов еще более наглядно показали, что рамное подвешивание ТД может ухудшать показатели, характеризующие силовую нагруженность пути локомотивами. Составляющая вертикального давления колеса на рельс от рамных сил при рамном подвешивании ТД была больше в прямом участке на 0,68 тс, в кривой радиусом 650 м на 1,6 тс, в кривой радиусом 350 м на 1,28 тс, в стрелочном переводе на 0,9 тс.

Вертикальная нагрузка от рельса на шпалу оказалась по максимальным и средним значениям больше при рамном подвешивании ТД. Горизонтальные нагрузки от рельса на шпалу оказались также больше при рамном подвешивании ТД, так как существенно возрастали рамные силы у электровоза ВЛ84 на всех опытных участках.

Из 45 показателей (таблица, графы 4.1 и 4.2), характеризующих силовую нагруженность пути, 31 показатель оказался худшим у электровоза ВЛ84 с рамным подвешиванием ТД по сравнению с электровозом ВЛ82<sup>М</sup> с осевым подвешиванием ТД.

Особенность силового нагружения пути при рамном подвешивании ТД связана с перемещением неподрессоренной массы тележки на ее подрессоренную часть — раму, в результате возрастают масса и момент инерции рамы тележки. Момент рамной силы вызывает появление дополнительной вертикальной нагрузки от колеса на рельс.

Следовательно, увеличение подрессоренной массы тележек грузовых локомотивов за счет рамного подвешивания тягового двигателя, при существующем спектральном

составе отступлений в пути, приводит к значительно большему увеличению силовой нагруженности пути.

Уровень силовой нагруженности пути может быть уменьшен заменой жесткого опорно-осевого подвешивания тягового двигателя грузовых локомотивов на упругое, с передачей тягового момента на центры колес. При этом, остается актуальным уменьшение, как массы самой тележки, так и массы тяговых двигателей, тяговых редукторов и колесных пар, определяющих неподрессоренную массу оси.

**Выводы:**

1. Уровень воздействия локомотивов на путь определяется наряду с осевыми нагрузками грузовых локомотивов конструкцией и параметрами экипажной части: конструкцией и динамическими характеристиками тележек, подвешиванием тяговых двигателей и редукторов, связями кузова с тележками и т. д.

2. При увеличении осевых нагрузок грузовых локомотивов, уменьшению силовой нагруженности пути способствует применение короткобазных двухосных тележек с оптимальными динамическими характеристиками.

3. Конструкция рамного подвешивания с жесткой установкой тяговых двигателей на раме тележки грузовых локомотивов, особенно с неподрессоренным редуктором, ухудшает напряженно-деформированное состояние пути. Уменьшение уровня динамического воздействия локомотивов на путь может быть достигнуто заменой жесткого опорно-осевого подвешивания тягового двигателя грузовых локомотивов упругим.

ЛИТЕРАТУРА

1. Уразбеков А.К., Токмурзина Н.А. Исследование деформации рельсов при воздействии многоосного подвижного состава /Межвузовский сборник трудов «Проектирование, строительство и эксплуатация транспортных сооружений», Алматы, Бастау, вып. 6, 1999, с. 56-61.

2. Шестаков В. Н.. Влияние основных параметров экипажной части грузовых локомотивов на уровень силовой нагруженности пути //М., Вестник ВНИИЖТ, 2005, № 3, с.15-17.

УДК. 629. 4.077

**Ивановцева Наталья Викторовна - к.т.н., доцент (Алматы, КазАТК)  
Утюленов Улан Каирханович – ст. преподаватель (Алматы, КазАТК)**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ  
БОЛЬШЕГРУЗНЫХ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ**

Тормозные системы, применяемые на подвижном составе, в основном, удовлетворяют требованиям эксплуатации. Однако для перспективных вагонов требуется существенное совершенствование, а не модернизация.

Грузовые вагоны нового поколения должны иметь повышенную стабильную тормозную эффективность. Этим продиктована необходимость разработки и скорейшего внедрения принципиально новых конструкций автотормозных систем и тормозных приборов.

Для совершенствования тормозной системы большегрузных грузовых вагонов предлагается применение пневматического привода тормозов. Данное устройство относится к железнодорожному транспорту, а именно к устройствам, предназначенным для создания силы торможения на транспортных средствах. Оно может быть использовано на магистральных 6-ти или 8-ми осных грузовых вагонах и цистернах, а также при перевозках любых грузов, содержащих продольно несимметричное нагружение транспортных средств.