

Воздействие на путь электропоездов пригородного следования

А. М. БРЖЕЗОВСКИЙ

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

Аннотация. Обобщены основные параметры экипажной части современных российских электропоездов с конструкционной скоростью движения 120–130 км/ч, предназначенных для обслуживания пассажиропотоков в пригородном сообщении. Представлены количественные значения показателей воздействия на путь вагонов электропоездов при движении в прямых и в кривых участках пути. В дополнение к методике оценки воздействия подвижного состава на путь (№ ЦПТ-52/14) приведены расчетные коэффициенты перехода от осевых напряжений в подошве рельса к кромочным напряжениям применительно к электропоездам пригородного сообщения.

Ключевые слова: электропоезда пригородного сообщения; параметры рессорного подвешивания; измерительные участки пути; показатели воздействия на путь; допускаемые скорости движения

Введение. Наибольшая часть рабочего парка электропоездов, эксплуатируемых на железных дорогах ОАО «РЖД», по классификации национального стандарта ГОСТ Р 55434–2013 [1] относится к категории (типу) «ЭП» — электропоезда пригородного следования для перевозки пассажиров в пригородных зонах с длиной участка оборота не более 200 км со скоростью движения до 120 км/ч. Категория электропоездов «ЭП» полностью сформирована отечественным подвижным составом производства ОАО «Демидовский машиностроительный завод» (ОАО «ДМЗ»), ОАО «Торжокский вагоностроительный завод» (ОАО «ТорВЗ») и ОАО «Тверской вагоностроительный завод» (ОАО «ТВЗ»), выпускаемым с 1993 г.

После ввода в действие в 1998 г. Норм безопасности НБ ЖТ 03–98, а в последующем Технического регламента Таможенного союза — ТР ТС 001/2011 [2] практически все новые или модернизированные серии электропоездов категории «ЭП» в рамках приемочных и сертификационных испытаний экспериментально исследовались Испытательным центром железнодорожной техники (ИЦ ЖТ) ВНИИЖТ на соответствие требованиям безопасности из условий обеспечения нормативного уровня показателей взаимодействия подвижного состава и пути. Следуя установленным во ВНИИЖТ правилам, протоколы таких испытаний содержали наряду с показателями взаимодействия также и таблицы допускаемых скоростей движения электропоездов.

Ниже приведены основные результаты экспериментальных исследований по определению показателей взаимодействия вагонов отечественных электропоездов категории «ЭП» и пути. Исследования проводились на измерительных участках пути Скоростного испытательного полигона (СИП) ВНИИЖТ.

Основные технические параметры и конструктивные особенности экипажной части электропоездов категории «ЭП». Большая часть рабочего парка электропоездов категории «ЭП» состоит из электропоездов переменного и постоянного тока производства ОАО «ДМЗ». Основные технические параметры электропоездов категории «ЭП», прошедших этап приемочных и сертификационных комплексных испытаний в ИЦ ЖТ, приведены в табл. 1. Электропоезда производства ОАО «ДМЗ» имеют идентичные геометрические (базовые) параметры кузовов и практически одинаковые весовые параметры. В частности, по промежуточным моторным вагонам различие массы тары не более 1,5%, а по средней осевой нагрузке брутто — менее 1,0% от среднего значения по представленным сериям электропоездов.

Относительное повышение массы тары головного вагона электропоезда ЭД4М № 0500 по сравнению с головными вагонами электропоездов серий ЭД9Т и ЭД9М обусловлено реализованной ОАО «ДМЗ» модернизацией вагонов серии ЭД4М, начиная с № 0500. Эта модернизация направлена главным образом на повышение комфорта проезда пассажиров и мероприятия по ресурсосбережению.

Конструкция ходовых частей вагонов электропоездов производства ОАО «ДМЗ» осталась практически неизменной. Немоторные тележки вагонов как по конструкции, так и по параметрам рессорного подвешивания выполнены с учетом требований, предъявляемых к тележкам пассажирских вагонов локомотивной тяги [3]. В первой ступени рессорного подвешивания применены комплекты цилиндрических пружин со встроенными в них демпферами сухого трения. Вес кузова передается на надрессорную балку люлочной подвески (вторая ступень рессорного подвешивания), оснащенной гидравлическими гасителями колебаний, посредством боковых опорных скользунов постоянного контакта.

■ E-mail: s_brz@mail.ru (А. М. Бржезовский)

Таблица 1

Основные параметры экипажной части электропоездов

Table 1

Main parameters of the carriage part of EMU trains

Параметр, размерность	Предприятие-изготовитель, серия электропоезда, модель, год начала эксплуатации					
	ОАО «ДМЗ»			ОАО «ТорВЗ»		ОАО «ТВЗ»
	ЭД9Т, 62-305, № 0001, 1996 г.	ЭД9М, 62-307, № 0160, 2007 г.	ЭД4М, 62-301, № 0500, 2012 г.	ЭТ2, 62-4160, № 001, 1993 г.	ЭТ4А, 62-9003, № 001, 2011 г.	ЭГ2Тв, 62-4496, № 002, 2016 г.
Конструкционная скорость, км/ч	130	130	120	130	120	130
Род тока	Переменный			Постоянный		
Масса вагона тара, т, головного немоторного промежуточного моторного	43,5 64,4	44,2 64,9	50,8 65,6	43,1 57,3	50,0 65,0	55,9 56,6
Статическая осевая нагрузка ваго- на брутто, тс, головного немоторного (средняя) промежуточного моторного	18,3 21,4	15,5* 21,6	17,9 21,9	15,0 19,6	17,3 21,0	18,7 20,8
Масса тележки, т, моторной немоторной	14,8 7,0	15,2 7,2	15,2 7,2	14,8 7,0	14,8 7,0	10,0 7,0
Вес неподрессоренных частей, отнесенный к одному колесу тележки, тс, моторной немоторной	1,26 0,60	1,29 0,80	1,29 0,80	1,26 0,60	1,26 0,60	1,60 0,96
Длина кузова вагона по торцам, мм, головного немоторного промежуточного моторного	21 500 21 500	21 500 21 500	21 500 21 500	19 600 19 600	22 105 22 105	23 800 22 800
База кузова вагона, мм	15 000	15 000	15 000	13 300	15 000	15 000
База тележки, мм, моторной немоторной	2600 2400	2600 2400	2600 2400	2600 2400	2600 2400	2600 2600

* Максимальная нагрузка в период проведения комплексных испытаний

Моторные тележки электропоездов серий ЭД9Т, ЭД9М и ЭД4М № 0500 также имеют двухступенчатое рессорное подвешивание: первая ступень с цилиндрическими пружинами и дисковыми фрикционными гасителями колебаний; вторая ступень подвешивания — люлечная с гидравлическими гасителями колебаний. Параметры рессорного подвешивания вагонов электропоездов как экспериментально определенные по результатам комплексных испытаний, так и расчетные приведены в обобщенной табл. 2.

Инерционные параметры кузовов вагонов электропоездов серий ЭТ2 и ЭТ4А производства ОАО «ТорВЗ» имеют существенные отличия, обусловленные геометрическими параметрами: база и длина кузова по торцевым сечениям вагонов ЭТ4А на 12,8 % больше по сравнению с вагонами ЭТ2. При этом масса тары вагонов ЭТ4А превышает массу тары вагонов ЭТ2 на 16 и 14 % для головного и промежу-

точного моторного вагонов соответственно. Вагоны электропоездов серий ЭТ2 и ЭТ4А оборудованы тележками, аналогичными вагонам производства ОАО «ДМЗ».

Вагоны электропоезда ЭГ2Тв при базе кузова, равной 15 000 мм, имеют увеличенную длину кузова головного вагона на 2300 мм и кузова промежуточного моторного вагона на 1300 мм. При этом масса тары головного вагона ЭГ2Тв больше массы тары головных вагонов ЭД4М № 0500 и ЭТ4А на 5,1 и 5,9 т соответственно; характерно, что масса тары промежуточного моторного вагона ЭГ2Тв за счет снижения массы моторных тележек существенно меньше (на 8,4–9,4 т) массы тары моторных вагонов электропоездов производства ОАО «ДМЗ» и ОАО «ТорВЗ».

Конструктивная концепция тележек вагонов ЭГ2Тв также имеет принципиальные отличия от тележек электропоездов производства ОАО «ДМЗ»

Таблица 2

Параметры рессорного подвешивания вагонов электропоездов

Table 2

Parameters of spring suspension of EMU train cars

Параметр, размерность	Серия, номер электропоезда					
	ЭД9Т, № 0001	ЭД9М, № 0160	ЭД4М, № 0500	ЭТ2, № 001	ЭТ4А, № 001	ЭГ2Тв, № 002
Масса мерного груза, размещенного при проведении испытаний в кузове вагона, т, головной вагон моторный вагон	10,1	15,7	18,0	7,7	17,5	18,6
	17,0	19,9	20,7	9,4	20,8	26,4
Жесткость первой ступени рессорного подвешивания вертикальная на одну колесную пару, кН/м, расчетная головная немоторная тележка моторная тележка	2442	2190	2182	2197	2188	3080
	3296	3384	3000	2227	3472	3080
Жесткость второй ступени рессорного подвешивания вертикальная на одну тележку, кН/м, расчетная головная немоторная тележка моторная тележка	1500	1705	1707	1494	1706	1004/1232
	1824	1770	1776	1559	1980	910/1414
Статический прогиб первой ступени рессорного подвешивания, мм, тара/брутто при испытаниях головная немоторная тележка моторная тележка	40/47	39/60	51/74	44/47	53/68	41/48
	35/47	44/59	45/63	52/64	37/52	35/56
Статический прогиб второй ступени рессорного подвешивания, мм, тара/брутто при испытаниях головная немоторная тележка моторная тележка	111/131	100/134	108/165	100/120	115/153	207/213
	73/119	97/154	95/150	90/123	84/136	199/218
Суммарный статический прогиб, мм, тара/брутто при испытаниях головная немоторная тележка моторная тележка	151/178	139/194	158/239	144/167	168/221	248/261
	108/166	141/213	140/213	142/187	121/188	234/274
Жесткость упругой связи колесной пары с рамой тележки в горизонтальном поперечном направлении, кН/м, головная немоторная тележка моторная тележка	—	—	8200	9200	15 700	14 400
	—	—	—	12 400	—	9400

и ОАО «ТорВЗ». Моторные (модель 68-4112) и прицепные тележки (модель 68-4113) унифицированы по основным элементам рессорного подвешивания (пневматические рессоры, гидравлические гасители колебаний); тележки имеют безлюлечную конструкцию второй ступени подвешивания на основе применения пневматических рессор с упругой резинометаллической опорой, продольными, поперечными и вертикальными гидравлическими гасителями колебаний. В первой ступени рессорного подвешивания используются двухрядные цилиндрические пружины и гидравлические гасители колебаний (рис. 1).

Показатели воздействия на путь вагонов электропоездов категории «ЭП». Рассмотрим сравнительные количественные значения и зависимости от скорости движения и уровня непогашенных ускорений экспериментальных показателей воздействия на путь

вагонов электропоездов категории «ЭП», определенных по результатам статистической обработки реализаций динамических напряжений в кромках подошвы рельсов и боковых сил. Сравнение показателей проведено для головных и моторных вагонов электропоездов ЭД4М № 0500 и ЭГ2Тв № 002 в режиме максимальной пассажирской населенности.

Различие статических осевых нагрузок соответствующих типов вагонов составляло 4,5–5,5%. В периоды проведения комплексных испытаний производились обмеры геометрических параметров колесных пар вагонов электропоезда, которые показали, что поверхности катания колес вагонов ЭД4М № 0500 имели «нулевой» прокат, минимальная толщина гребней составляла 32 мм. Вагоны электропоезда ЭГ2Тв № 002 имели колеса с прокатом величиной 0,5 мм (35% от общего числа), минимальная толщина

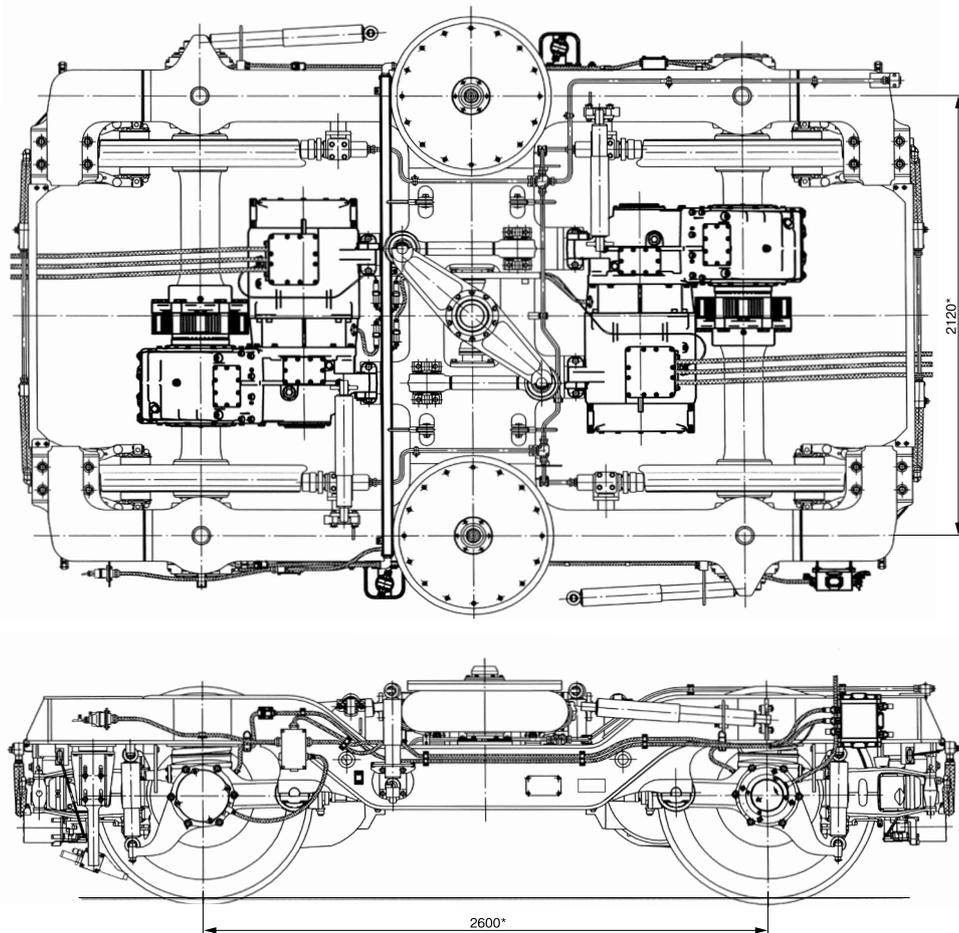


Рис. 1. Моторная тележка электропоезда серии ЭГ2Тв, модель 68-4112
 Fig. 1. Motor bogie of EMU train of ЭГ2Тв series, model 68-4112

гребней составляла 29,5 мм (12% от общего числа). В целом геометрия поверхностей катания колес испытанных электропоездов соответствовала требованиям Инструкции по осмотру, освидетельствованию, ремонту и формированию колесных пар локомотивов и моторвагонного подвижного состава [4].

Конструкция верхнего строения пути на измерительных участках (прямая 7-й км перегона Белореченская — Ханская, кривая 16/17-й км и 20-й км перегона Ханская — Майкоп): путь звеньевой с рельсами типа Р65, шпалы железобетонные с эпюрой 1840—2000 шт./км, балласт щебеночный, рельсовые скрепления типа АРС и ЖБР. Оценка геометрии рельсовой колеи по результатам ручных промеров с проведением измерений ширины колеи, уровня и разности стрел изгиба (рис. 2 и 3) показала, что средняя ширина колеи составила в прямой 7-го км 1519 мм; в круговой кривой 17-го км $R=625\text{ м}$ —1523 мм; в круговой кривой 20-го км $R = 350\text{ м}$ — 1524 мм; средняя величина возвышения наружного рельса составила в круговых кривых 145 и 125 мм соответственно; разность стрел изгиба оказалась в пределах нормы.

Динамические напряжения в кромках подошвы рельса. Напряжения в кромках подошвы рельса (кромочные напряжения) и силы, воспринимаемые головкой рельса под воздействием колес вагонов, регистрировались с применением тензометрических схем в соответствии с требованиями ГОСТ Р 55050—2012 [5]. Обработка реализаций динамических процессов, представляющих собой нестационарные дискретные случайные процессы, осуществлялась с определением максимального вероятного значения на основе подбора теоретического закона распределения амплитуд. Исследованиями, проведенными во ВНИИЖТ [6, 7], установлено, что для оценки максимального вероятного значения амплитуд целесообразным является применение к выравниванию эмпирического распределения дискретного случайного процесса теоретического закона распределения Эрмита — Чебышева. Этот вывод обосновывался результатами вычисления «критерия согласия» χ^2 по Пирсону. В качестве максимального вероятного значения динамического процесса принималось такое, при котором величина интеграль-

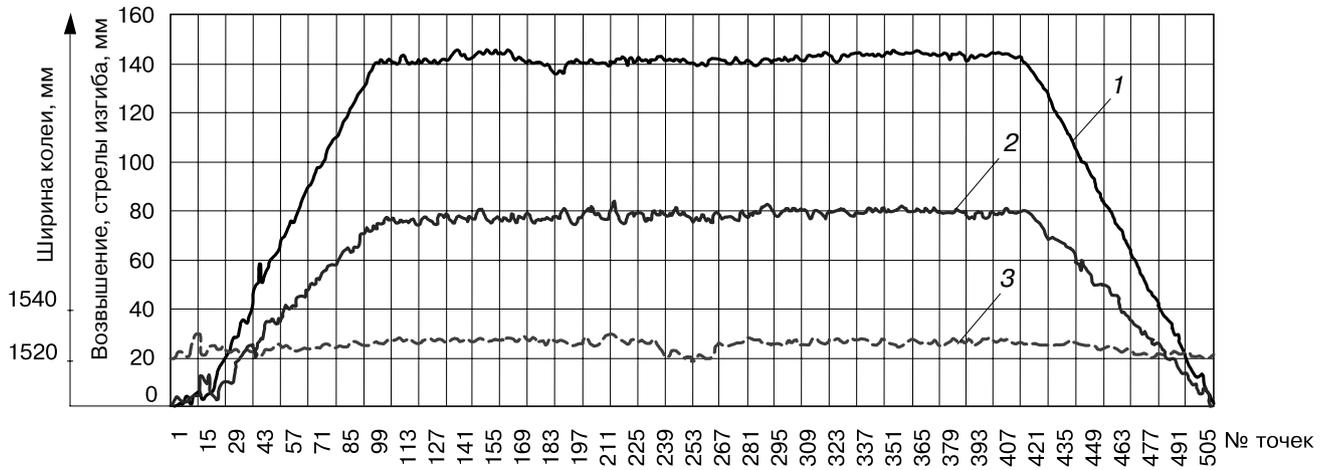


Рис. 2. Геометрические параметры рельсовой колеи в измерительной кривой $R = 625$ м, 16/17-й км:

1 — возвышение; 2 — стрелы изгиба; 3 — ширина колеи

Fig. 2. Geometric parameters of the rail track in the measuring curve $R = 625$ m, 16/17th km:

1 — elevation; 2 — bending arms; 3 — track gauge

ной функции распределения по теоретическому закону Эрмита — Чебышева составляла 0,994.

Максимальные вероятные значения кромочных напряжений σ_{\max} , возникавших в рельсах измерительных участков пути в круговых кривых $R = 625$ м и $R = 350$ м участка Белореченская — Майкоп под воздействием головного немоторного и промежуточного моторного вагонов ЭД4М № 0500 и ЭГ2Тв № 002, их полусуммы и полуразности, характеризующие воздействие на путь соответственно в вертикальном и горизонтальном поперечном направлении [8], возрастали практически пропорционально с увеличением скоростей движения и непогашенных ускорений (табл. 3 и 4). При этом под воздействием промежуточных моторных вагонов общий уровень напряжений был выше по сравнению с напряжениями, возникающими под воздействием головных вагонов. Количественное соотношение напряжений, их полусумм и полуразностей показало, что различия сравниваемых показателей обусловлены главным образом уровнем статических осевых нагрузок этих вагонов. Отношения показателей для двух типов вагонов независимо от серии электропоезда практически совпадали с отношениями статических осевых нагрузок промежуточных моторных и головных немоторных вагонов, составлявшими соответственно 1,22 и 1,11 по вагонам электропоездов ЭД4М № 0500 и ЭГ2Тв № 002.

Характерно, что несмотря на несколько более высокий уровень статических осевых нагрузок вагонов электропоезда ЭД4М № 0500 по сравнению с электропоездом ЭГ2Тв № 002 (в 1,04–1,05 раза), напряжения, их полусуммы и полуразности, зарегистрированные при движении в круговой кривой $R = 350$ м под воздействием вагонов ЭГ2Тв № 002, превышали указанные показатели, зарегистрированные под воз-

действием вагонов ЭД4М № 0500. Это обстоятельство обусловлено большей в 1,6 раза неподдресоренной массой немоторных тележек ЭГ2Тв № 002 (табл. 1), а также повышенными значениями показателей динамических качеств ЭГ2Тв № 002 в кривой $R = 350$ м по сравнению с вагонами ЭД4М № 0500. Так, при скорости движения 80 км/ч наибольшие рамные силы груженого головного вагона электропоезда ЭГ2Тв № 002 оказались в 1,56 раза, а коэффициенты вертикальной динамики поддресоренных масс — в 1,39 раза выше по сравнению с груженым головным вагоном электропоезда ЭД4М № 0500. Указанные соотношения свидетельствовали о повышенном моменте сопротивления повороту вагона ЭГ2Тв № 002 при вписывании в кривые малого радиуса.

Вертикальные и боковые (горизонтальные) силы, передаваемые от колес на головку рельса. Силы, передаваемые от колес вагонов на головку рельса, при прочих равных условиях в еще большей мере обусловлены уровнем статических осевых нагрузок. Причем в связи со значительно большей массой неподдресоренных частей средние вертикальные нагрузки колес на рельсы при движении в круговых кривых под воздействием головного вагона ЭГ2Тв № 002 на 12–16 кН превышали нагрузки от головного вагона ЭД4М № 0500.

Боковые силы при движении в прямом участке пути в диапазоне скоростей движения до 132 км/ч оказались незначительными. Существенный рост боковых сил отмечался при движении электропоездов по круговым кривым $R = 625$ м и особенно $R = 350$ м: при скорости движения 80 км/ч в $R = 350$ м (непогашенное ускорение по колесу $0,63$ м/с²) максимальные вероятные значения боковых сил достигали предельного нормативного значения 100 кН. Такие величины боковых сил также обусловлены повышенным моментом по-

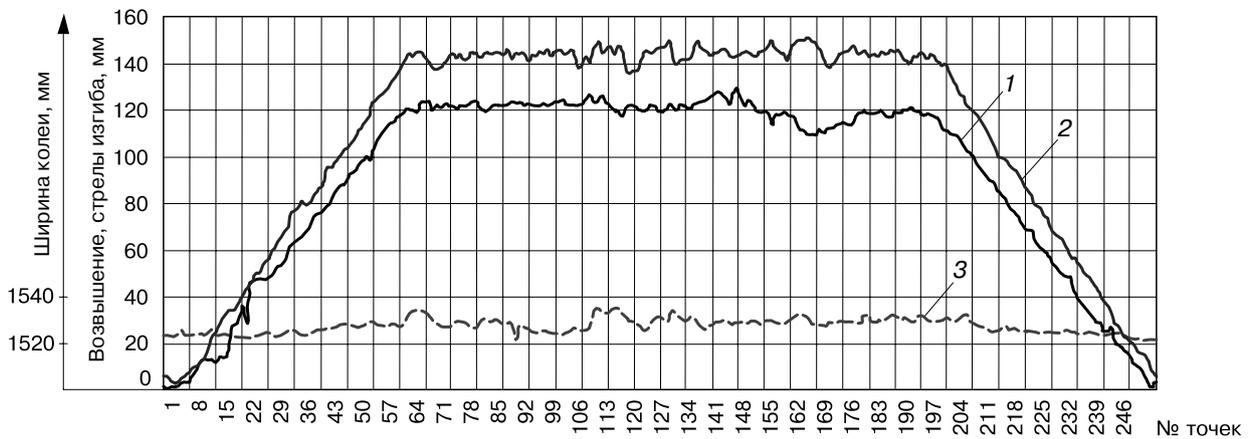


Рис. 3. Геометрические параметры рельсовой колеи в измерительной кривой $R = 350$ м, 20-й км:

1 — возвышение; 2 — стрелы изгиба; 3 — ширина колеи

Fig. 3. Geometric parameters of the rail track in the measuring curve $R = 350$ m, 20th km:

1 — elevation; 2 — bending arms; 3 — track gauge

Таблица 3

Динамические напряжения в наружной кромке подошвы наружного рельса в круговой кривой $R = 625$ м под набегающими колесными парами

Table 3

Dynamic stresses in the outer edge of the sole of outer rail in a $R = 625$ m circular curve under wheelsets rolling

Показатель, размерность	Серия, номер электропоезда								Критерий по ГОСТ Р 55050–2012
	ЭД4М № 0500				ЭГ2Тв № 002				
	Скорость км/ч								
	60	80	100	120	60	80	100	120	
	Непогашенное ускорение (по колесу), м/с^2								
	–0,50	–0,10	0,35	0,89	–0,50	–0,10	0,35	0,89	
Максимальное вероятное значение напряжений, МПа	82/116	88/114	103/119	109/129	70/75	77/82	106/116	119/126	240
Полусумма напряжений в наружной и внутренней кромках подошвы рельса, МПа	46/62	49/63	57/71	64/77	75/83	82/87	92/97	95/104	–
Полуразность напряжений в наружной и внутренней кромках подошвы рельса, МПа	36/51	41/52	46/54	49/60	35/36	36/37	35/33	36/36	–
Максимальное вероятное значение боковых сил, кН	44/72	50/68	55/71	58/72	53/55	56/56	53/54	58/58	100
Среднее значение вертикальных сил, передающихся от колеса на рельс, кН	75/106	85/119	97/133	107/143	91/99	98/107	113/126	129/142	–
Коэффициенты запаса устойчивости от поперечного сдвига рельсошпальной решетки	–	–	0,63/0,62	0,62/0,58	–	–	0,61/0,43	0,47/0,37	1,4

Примечание: в числителе — по головному немоторному вагону, в знаменателе — по промежуточному моторному вагону

ворота кузова вагона ЭГ2Тв № 002 относительно тележек в плане при вписывании в кривые малого радиуса.

Коэффициенты устойчивости рельсошпальной решетки от поперечного сдвига по балласту. Отношения

средних вертикальных к максимальным вероятным горизонтальным силам, передающимся от колес направляющей колесной пары на рельсы, характеризующие устойчивость рельсошпальной решетки от

Таблица 4

Динамические напряжения в наружной кромке подошвы наружного рельса в круговой кривой $R = 350$ м под набегающими колесными парами

Table 4

Dynamic stresses in the outer edge of the sole of outer rail in a $R = 350$ m circular curve under wheelsets rolling

Показатель, размерность	Серия, номер электропоезда						Критерий по ГОСТ Р 55050–2012
	ЭД4М № 0500			ЭГ2Тв № 002			
	Скорость, км/ч						
	40	60	80	40	60	80	
	Непогашенное ускорение (по колесу), м/с^2						
	-0,43	0,01	0,63	-0,43	0,01	0,63	
Максимальное вероятное значение напряжений, МПа	98/115	84/120	105/129	144/146	132/141	146/155	240
Полусумма напряжений в наружной и внутренней кромках, МПа	52/62	52/64	62/73	87/92	81/88	90/93	—
Полуразность напряжений в наружной и внутренней кромках, МПа	50/56	51/63	55/60	63/64	53/62	61/63	—
Максимальное вероятное значение боковых сил, кН	56/85	55/86	63/89	85/89	78/87	86/100	100
Среднее значение вертикальных сил, передающихся от колеса на рельс, кН	78/97	94/112	110/125	88/92	104/108	122/126	—
Коэффициенты запаса устойчивости от поперечного сдвига рельсошпальной решетки	—	0,71/0,99	0,67/0,92	—	0,91/1,08	0,90/0,97	1,4

См. примечание к таблице 3

поперечного сдвига по балласту, несмотря на повышенный уровень воздействия вагонов электропоездов на путь в горизонтальном поперечном направлении, не превышали 1,08 (78 % от нормативного значения). Увеличение скорости движения и положительного непогашенного ускорения в кривых участках пути не приводило к риску потери устойчивости рельсошпальной решетки от поперечного сдвига по балласту.

Коэффициенты перехода от осевых напряжений в подошве рельса к напряжениям в наружной кромке подошвы рельса f . Коэффициентами f , принимаемыми для проведения расчетов допустимых скоростей движения подвижного состава по регистрируемым в эксперименте динамическим напряжениям в кромках подошвы рельса, учитываются действия на головку рельса боковых сил и эксцентриситета приложения вертикальной нагрузки [9, 10]. При этом в расчетах используются зависимости $f(R)$, определяющие переход от осевых напряжений в подошве рельса к кромочным напряжениям. Характер зависимостей и величины коэффициентов f обусловлены конструктивными особенностями подвижного состава, статической осевой нагрузкой, величиной неподрессоренной массы экипажа.

На диаграмме (рис. 4) приведены сравнительные количественные характеристики зависимостей

$f(R)$, установленных по результатам комплексных испытаний электропоездов категории «ЭП» и электровагонов ЧС4 и ЧС4Т [9], имеющих близкий по величинам уровень статических осевых нагрузок. Из диаграммы следует, что повышенный уровень бокового воздействия вагонов ЭГ2Тв № 002 на путь на 10–15 % увеличивает коэффициенты f по сравнению с вагонами электропоезда ЭД4М № 0500 (шкала R имеет условную разметку).

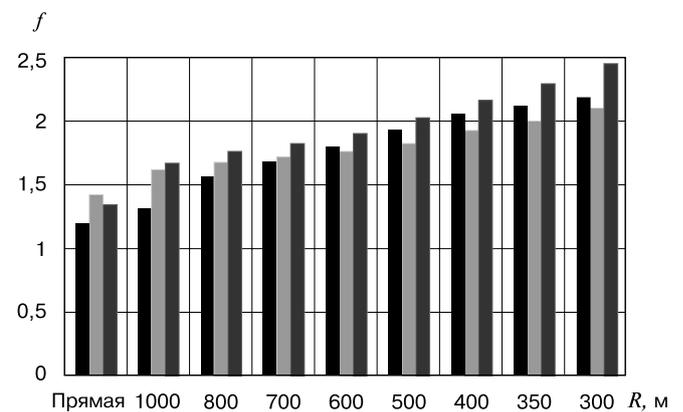


Рис. 4. Коэффициенты перехода $f(R)$

■ ЧСЧ, ЧС4Т ■ ЭД4М № 0500 ■ ЭГ2Тв № 002

Fig. 4. Coefficients of transition $f(R)$

■ ЧСЧ, ЧС4Т ■ ЭД4М № 0500 ■ ЭГ2Тв № 002

Выводы. 1. Количественные значения показателей воздействия на путь вагонов электропоездов категории «ЭП» с конструкционной скоростью 120 км/ч, полученные по результатам сертификационных и приемочных комплексных испытаний, находятся в диапазоне величин, регламентированных действующими нормативными документами.

2. Приведенные в статье значения показателей воздействия на путь рекомендуется использовать для оценки конструкции экипажной части вагонов электропоездов категории «ЭП» на стадии разработки проектных решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГОСТ Р 55434–2013. Электропоезда. Общие технические требования. М.: Стандартинформ, 2013. 57 с.
- О безопасности железнодорожного подвижного состава: технический регламент Таможенного союза (ТР ТС 001/2011): утв. решением комиссии Таможенного союза 15 июля 2011 г. № 710. М., 2011. 66 с.
- ГОСТ 34093–2017. Вагоны пассажирские локомотивной тяги. Требования к прочности и динамическим качествам. М.: Стандартинформ, 2017. 42 с.
- Инструкция по осмотру, освидетельствованию, ремонту и формированию колесных пар локомотивов и моторвагонного подвижного состава: утв. распоряжением ОАО «РЖД» 22.12.2016 г. № 2631р. 126 с.

Impact on the track from EMU commuter train

A. M. BRZHEZOVSKIY

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

Abstract. The largest part of operating fleet of EMU trains, operated on the railways of the JSC “Russian Railways”, belongs to the category “ЭП” — electric commuter trains for transporting passengers in suburban areas with a length of the turnover section not exceeding 200 km with a speed of up to 120 km/h. The category of “ЭП” electric trains is fully formed by the domestic rolling stock produced since 1993. After putting Safety Norms NB ZhT 03–98 into force in 1998 and subsequently entering Technical Regulations of the Customs Union — TR TS 001/2011 virtually all new or upgraded series of EMU trains of the category «ЭП» within the acceptance and certification tests were experimentally investigated by the Test Loop of the JSC “VNIIZhT” (ITs ZhT) for compliance with safety requirements from the conditions for ensuring normative level of indicators of interaction between rolling stock and the track.

Main technical parameters were shown as well as design features of carriage part of EMU trains of the category “ЭП”.

The following features were considered: comparative quantitative values and dependencies on the travel speed and the level of unbalanced accelerations of the experimental indicators of influence on the track of EMU train cars of the category “ЭП”, determined from the results of statistical processing of realizations of dynamic stresses in the throttle of rail sole and lateral forces; vertical and lateral (horizontal) forces transmitted from the wheels to the rail head; stability coefficients of assembled rails and sleepers from the transverse shift along the ballast, as well as the coefficients f of

5. ГОСТ Р 55050–2012. Железнодорожный подвижной состав. Нормы допустимого воздействия на путь и методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2013. 16 с.

6. Вериго М. Ф. Методическое пособие по применению математической статистики в обработке опытных данных. Новосибирск: НИИЖТ, 1964. С. 62–67.

7. Скалов А. Д., Окунь Я. С., Гаврилов О. В. Магнитная запись и автоматическая обработка опытных данных по воздействию подвижного состава на путь // Методы и аппаратура для статистических исследований динамических процессов в пути и на подвижном составе: сб. науч. тр. ЦНИИ МПС. М.: Транспорт, 1972. Вып. 463. С. 49–65.

8. Взаимодействие пути и подвижного состава и вопросы расчетов пути / под ред. В. Г. Альбрехта // Труды ВНИИЖТ. М.: Трансжелдориздат, 1955. Вып. 97. 411 с.

9. Методика оценки воздействия подвижного состава на путь по условиям обеспечения надежности. № ЦПТ-52/14: утв. МПС России 16.06.2000 г. М.: МПС, 2000. 39 с.

10. Установление условий обращения электропоездов «Ласточка» / А. М. Бржезовский [и др.] // Вестник ВНИИЖТ. 2016. Т. 75. № 4. С. 217–223. DOI: <http://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2016-75-4-217-223>.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

БРЖЕЗОВСКИЙ Александр Менделович, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, научный центр «Путевая инфраструктура и вопросы взаимодействия колесо — рельс» (НЦ «ЦПРК»), АО «ВНИИЖТ».

Статья поступила в редакцию 17.04.2018 г., принята к публикации 12.07.2018 г.

the transition from the axial stresses in the base of the rail to the stresses in the outer edge of the rail sole.

The quantitative values of the impact indicators on the track of EMU train cars of the category “ЭП” with a design speed of 120 km/h, obtained from the results of complex certification and acceptance tests, are in the range of values regulated by the current regulatory documents. It is recommended to use the values of the impact indicators on the track to evaluate the design of the carriage part of EMU train cars at the design stage.

Keywords: EMU commuter trains; parameters of spring suspension; measuring sections of the track; impact indicators on the track; permissible speeds

DOI: <http://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2018-77-4-191-199>

REFERENCES

- GOST R 55434–2013. *EMU trains. General technical requirements*. Moscow, Standartinform Publ., 2013, 57 p. (in Russ.).
- On the safety of railway rolling stock: technical regulations of the Customs Union (TR TS 001/2011)*. Approved by the decision of the Commission of the Customs Union, July 15, 2011, no. 710. Moscow, 2011, 66 p. (in Russ.).
- GOST 34093–2017. *Passenger cars of locomotive traction. Requirements for strength and dynamic qualities*. Moscow, Standartinform Publ., 2017, 42 p. (in Russ.).
- Instructions for monitoring, inspecting, repairing and forming wheelsets of locomotives and multiple unit rolling stock*. Approved

by the decree of the JSC "Russian Railways" on December 22, 2016, no. 2631r, 126 p. (in Russ.).

5. GOST R 55050–2012. *Railway rolling stock. Norms for permissible impact on track and test methods*. Moscow, Standartinform Publ., 2013, 16 p. (in Russ.).

6. Verigo M. F. *Metodicheskoe posobie po primeneniyu matematicheskoy statistiki v obrabotke opytnykh dannykh* [Methodical manual on the application of mathematical statistics in the processing of experimental data]. Novosibirsk, NIIZhT Publ., 1964, pp. 62–67.

7. Skalov A. D., Okun' Ya. S., Gavrilov O. V. *Magnitnaya zapis' i avtomaticheskaya obrabotka opytnykh dannykh po vozdeystviyu podvizhnogo sostava na put'* [Magnetic recording and automatic processing of experimental data on the impact of rolling stock on the track]. *Metody i apparatura dlya statisticheskikh issledovaniy dinamicheskikh protsessov v puti i na podvizhnom sostave*. Sb. nauch. tr. TsNII MPS [Methods and equipment for statistical research of dynamic processes in the track and on the rolling stock. Proc. of scientific papers of the Central Research Institute of the Ministry of Railways]. Moscow, Transport Publ., 1972, Vol. 463, pp. 49–65.

■ E-mail: s_brz@mail.ru (A. M. Brzhezovskiy)

8. Al'brekht V. G. *Vzaimodeystvie puti i podvizhnogo sostava i voprosy raschetov puti*. Trudy VNIIZhT [Interaction of the track and the rolling stock and the questions of calculating the track. Proc. of the JSC "VNIIZhT"]. Moscow, Transzheldorizdat Publ., 1955, Vol. 97, 411 p.

9. *Methodology for assessing the impact of rolling stock on the track in terms of reliability*. No. TsPT-52/14. Approved by the Ministry of Railways of Russia on June 16, 2000. Moscow, MPS Publ., 2000, 39 p. (in Russ.).

10. Brzhezovskiy A. M., Arshintsev D. N., Smelyanskiy I. V., Tolmachev S. V., Kiryushin D. E. *Ustanovlenie usloviy obrashcheniya elektropoezdov "Lastochka"* [Establishment of conditions for circulation of EMU trains "Lastochka"]. *Vestnik VNIIZhT* [Vestnik of the Railway Research Institute], 2016, Vol. 75, no. 4, pp. 217–223. DOI: <http://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2016-75-4-217-223>.

ABOUT THE AUTHOR

Aleksander M. BRZHEZOVSKIY,

Cand. Sci. (Eng.), Leading Researcher, Scientific Center "Track infrastructure and issues on wheel – rail interaction" (NTs "TsPRK"), JSC "VNIIZhT"

Received 17.04.2018

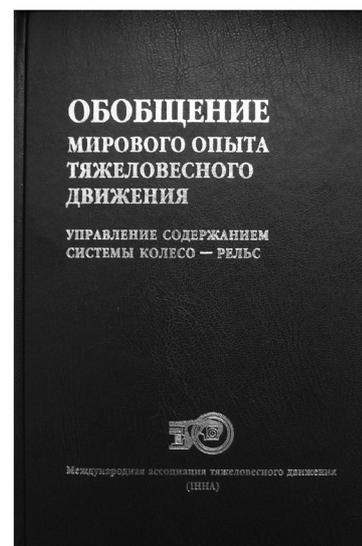
Accepted 12.07.2018

ВЫШЛИ В СВЕТ ТРУДЫ ВНИИЖТ

Обобщение мирового опыта тяжеловесного движения. Управление содержанием системы колесо — рельс: пер. с англ. / под ред. С. М. Захарова. М.: Интекст, 2017. 420 с.

Вопросы содержания системы колесо—рельс, являющейся основной для железнодорожного транспорта, приобретают все большее значение по мере роста грузонапряженности, массы и длины поездов, осевых нагрузок и необходимости обеспечивать экономически оправданную эксплуатацию железнодорожных систем. Для лучшего понимания происходящих процессов в данной системе рассмотрены фундаментальные вопросы взаимодействия железнодорожного экипажа и пути, механика контактного взаимодействия колеса и рельса, виды и причины возникновения дефектов в элементах системы, применяемые материалы и перспективы их совершенствования. Описаны современные системы автоматизированного мониторинга состояния подвижного состава и пути. Большое внимание уделено используемым в разных странах подходам и технологиям текущего содержания подвижного состава и пути, обеспечивающим снижение стоимости жизненного цикла. Отдельная глава посвящена вопросам безопасности, анализу причин и способам предотвращения сходов подвижного состава. Изложен опыт железных дорог разных стран с тяжеловесным движением по выявлению проблем, способам реализации решений и достигнутым результатам. В конце книги приведен словарь используемых терминов, их эквивалентов на английском языке, определений, расширяющих термины.

Книга рассчитана на инженерно-технических работников, занимающихся вопросами железнодорожного транспорта, и студентов, изучающих данные проблемы.



По вопросам приобретения книги обращаться по адресу: 129626, г. Москва, 3-я Мытищинская ул., д. 10, редакционно-издательский отдел АО «ВНИИЖТ».

Тел.: (499) 260-43-20, e-mail: rio@vniizht.ru, www.vniizht.ru.