

Г.Г. БАСОВ, канд. техн. наук, (Луганск)
 Н.М. НАЙШ, академик ТАУ, (Луганск)
 К.П. МИЩЕНКО, академик ТАУ, (Луганск),
 В.П. ГУНДАРЬ, начальник ИЦ (Луганск),
 Н.П СИДОРОВ, вед. инженер-конструктор (Луганск)

ДИНАМИЧЕСКИЕ ХОДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА ЭПЛ9Т

У статті наведені результати динамічних ходових випробувань електропоїзда ЭПЛ9Т в прямих і криволінійних ділянках колії. Визначено коефіцієнти горизонтальної і вертикальної динаміки, запасу стійкості від сходу колеса з рейки, а також горизонтальні і вертикальне прискорення в салонах вагонів. За рівнем динамічних показників встановлено умови обертання електропоїзда ЭПЛ9Т на залізницях.

В статье приведены результаты динамических ходовых испытаний электропоезда ЭПЛ9Т в прямых и криволинейных участках пути. Определены коэффициенты горизонтальной и вертикальной динамики, запаса устойчивости от схода колеса с рельса, а также горизонтальные и вертикальные ускорения в салонах вагонов. По уровню динамических показателей установлены условия обращения электропоезда ЭПЛ9Т на железных дорогах.

The results of the experimental investigation of dynamic performance of the electric train EPL9T was described. The range of exploitation velocities is appoint.

Динамические ходовые и по воздействию на путь испытания электропоезда ЭПЛ9Т были проведены в апреле-мае 2002 года на станциях Казатин-2, Попельная и перегонах Попельная – Бровка Юго-Западной дороги. Работа выполнена испытательным центром «Транссерв» ХК «Лугансктепловоз» совместно с путеиспытательной лабораторией ОНИЛ ДГУЖТ. На испытания был представлен опытный образец электропоезда ЭПЛ9Т-001 в основном исполнении восьмивагонной составности. Электропоезд ЭПЛ9Т предназначен для природного сообщения на электрифицированных участках железных дорог с шириной колеи 1520 (1524) мм при номинальном напряжении в контактной сети 25 кВ переменного тока с частотой 50 Гц. Сформирован электропоезд из двух головных вагонов (ГВ) по концам поезда, промежуточных моторных (МВ) и прицепных (ПВ) вагонов, располагаемых между головными. Предусмотрены также четырех-, шести-, десяти- и двенадцативагонные схемы составов; при этом количество моторных вагонов составляет 50 % от общего числа вагонов.

При ходовых испытаниях регистрация динамических процессов производилась на головном, моторном и прицепном вагонах. Поездки проводились с различными скоростями по прямым участкам пути, криволинейным участкам радиусом 300 и 600 м, а также на боковое направление стрелочных переводов типа Р65 марок 1/9 и 1/11.

Нижче приведені результати динамічних випробувань електропоїзда ЭПЛ9Т по прямим і криволинейним в плане участкам пути, а также при движении на боковое направление стрелочных переводов как в порожнем, так и в состоянии максимальной загрузки.

Весовые характеристики вагонов приведены в табл.1.

Таблица 1

Масса (кг) опытных вагонов электропоезда ЭПЛ9Т

Тип вагона	Состояние загрузки вагонов	
	порожний	максимальная
ГВ	49630	71340
МВ	66020	86820
ПВ	45190	68790

1. Коэффициент запаса устойчивости от схода колеса с рельса

Коэффициент запаса устойчивости K_y от схода колеса с рельса является одним из основных показателей безопасности движения подвижного состава. Величины коэффициента устойчивости от схода колеса с рельса вычислялись по формуле:

$$K_y = \frac{tg\beta}{1 + \mu tg\beta} \cdot \frac{P_B}{H},$$

где H , P_B – поперечные и вертикальные компоненты взаимодействия колеса и рельса; μ – коэффициент трения между колесом и рельсом;

β – угол наклона гребня колеса к вертикали.

В соответствии с требованиями действующих нормативов [1, 2] минимально допустимая величина K_y составляет 1,4. Для оценки безопасности движения электропоезда ЭПЛ9Т, в отношении вкатывания гребнем колеса на головку рельса, сравнивались фактические наименьшие значения коэффициента устойчивости с допустимым нормативным значением.

1.1 Прямые участки пути

В табл. 2 приведены наименьшие фактические значения коэффициента K_y , полученные при движении электропоезда по различным участкам пути в порожнем и груженом состояниях. В диапазоне скоростей движения 40...140 км/ч электропоезда как в порожнем, так и в груженом состояниях по прямым участкам пути фактические наименьшие значения коэффициента запаса устойчивости удовлетворяют требованиям действующих нормативов, то есть безопасность от схода с рельсов обеспечена.

1.2 Кривые радиусом 600 м

Как видно из табл. 2, при движении электропоезда по криволинейным участкам пути радиусом 600 м со скоростями до 80 км/ч наименьшее значение коэффициента запаса устойчивости составляет 1,62 то есть безопасность движения обеспечивается.

1.3 Кривые радиусом 300 м

При движении электропоезда по кривым радиусом 300 м со скоростями до 60 км/ч фактическое наименьшее значение коэффициента запаса устойчивости составляет 1,42, что не меньше минимального нормированного значения и свидетельствует об обеспечении безопасности движения.

1.4 Стрелочные переводы

Как следует из табл. 2, при движении электропоезда на боковое направление стрелочных переводов со скоростью до 40 км/ч наименьшее замеренное значение коэффициента запаса устойчивости от схода с рельсов равно 1,45, то есть во всех рассмотренных случаях безопасность движения обеспечивается.

2 Коэффициент горизонтальной динамики

Оценка безопасности движения единиц подвижного состава в горизонтально-поперечном направлении производится по величине рамных сил H_p , допускаемая величина которых в нормативных документах определяется как

$$[H_p] = [K_{дг}] - P_{ст},$$

где $[K_{дг}] = 0,3$ – допускаемое значение коэффициента горизонтальной динамики для моторвагонного подвижного состава [2]; $P_{ст}$ – статическая нагрузка от колесной пары на рельс.

Таблица 2

Наименьшее значение коэффициента запаса устойчивости (K_y) от схода колеса с рельсов

Участок пути	Тип вагона	Состояние загрузки вагонов	
		порожний	груженный
Прямая	ГВ	1,61	1,76
	МВ	2,47	2,36
	ПВ	1,73	2,26
Кривая R=600	ГВ	1,62	1,64
	МВ	1,56	2,60
	ПВ	2,13	1,96
Кривая R=300	ГВ	1,86	1,42
	МВ	2,61	2,16
	ПВ	2,07	1,83
Стрелочный перевод типа Р65М 1/11	ГВ	1,75	1,45
	МВ	2,30	1,86
	ПВ	1,99	2,25
Стрелочный перевод типа Р65М 1/9	ГВ	1,73	1,78
	МВ	2,39	2,50
	ПВ	1,87	2,2

Для удобства сопоставления динамические качества вагонов электропоезда в горизонтально-поперечной плоскости при движении по различным участкам пути оцениваются значением коэффициента горизонтальной динамики:

$$K_{дг} = \frac{H_p}{P_{ст}}$$

2.1 Прямые участки пути

Значения коэффициентов горизонтальной динамики вагонов электропоезда при движении по прямым участкам пути в диапазоне скоростей движения 80...140 км/ч приведены в табл. 3.

Таблица 3

Максимальные значения коэффициента горизонтальной динамики $K_{дг}$

Тип вагона	Скорость движения, км/ч			
	80	100	120	140
ГВ	0,186	0,213'	0,246	0,284
	0,137	0,163	0,182	0,241
МВ	0,081	0,112	0,116	0,152
	0,070	0,089	0,098	0,130
ПВ	0,149	0,166	0,213	0,213
	0,103	0,114	0,163	0,163

Примечание: числитель – порожний вагон; знаменатель – груженный вагон.

Как видно из табл. 3, фактические значения коэффициента горизонтальной динамики вагонов электропоезда не превышают допустимого значения, то есть безопасность движения обеспечивается.

2.2 Кривые радиусом 600 м

Значения коэффициентов горизонтальной динамики в диапазоне скоростей движения 40...80 км/ч по кривой радиусом 600 м приведены в табл. 4.

Таблица 4

Максимальные значения коэффициента горизонтальной динамики

Тип вагона	Скорость движения, км/ч		
	40	60	80
ГВ	0,191	0,213	0,284
	0,178	0,216	0,251
МВ	0,132	0,156	0,181
	0,122	0,143	0,160
ПВ	0,163	0,189	0,222
	0,160	0,142	0,181

Примечание: числитель – порожний вагон; знаменатель – груженный вагон.

Как видно из табл. 4, фактические значения коэффициента горизонтальной динамики меньше допустимого, равного 0,3, то есть безопасность движения электропоезда обеспечивается.

2.3 Кривые радиусом 300 м

Максимальные значения коэффициентов горизонтальной динамики на скоростях движения 20...60 км/ч по кривой радиусом 300 м представлены в табл. 5.

Таблица 5

Максимальные значения коэффициента горизонтальной динамики

Тип вагона	Скорость движения, км/ч		
	20	40	60
ГВ	0,169	0,186	0,234
	0,148	0,152	0,175
МВ	0,108	0,132	0,160
	0,110	0,116	0,134
ПВ	0,126	0,192	0,234
	0,119	0,138	0,158

Примечание: числитель – порожний вагон; знаменатель – груженный вагон.

Из данных табл. 5 видно, что фактические значения коэффициентов горизонтальной динамики в кривой радиусом 300 м не превышают допустимого.

2.4 Стрелочные переводы

Коэффициенты горизонтальной динамики, замеренные при движении вагонов электропоезда на боковое направление стрелочных переводов, приведены в табл. 6.

Таблица 6

Максимальные значения коэффициентов горизонтальной динамики

Тип стрелочного перевода	Тип вагона	Скорость движения, км/ч		
		15	25	40
Р65М 1/11	ГВ	0,191	0,213	0,284
		0,178	0,216	0,251
	МВ	0,132	0,156	0,181
		0,122	0,143	0,160
	ПВ	0,163	0,189	0,222
		0,160	0,142	0,181
Р65М 1/9	ГВ	0,249	0,264	0,291
		0,262	0,273	0,299
	МВ	0,205	0,216	0,233
		0,164	0,176	0,208
	ПВ	0,198	0,240	0,267
		0,197	0,213	0,240

Примечание: числитель – порожний вагон; знаменатель – груженный вагон.

Из данных табл. 6 следует, что фактические значения коэффициентов горизонтальной динамики не превышают допустимого значения, то есть безопасность движения и в этом случае обеспечивается.

3. Коэффициенты вертикальной динамики

Динамические качества единиц подвижного состава в вертикальной плоскости оценивались величиной коэффициентов вертикальной динамики для каждой ступени рессорного подвешивания. В качестве допускаемых значений коэффициентов вертикальной динамики принимаются следующие значения [1, 2]:

– моторный вагон:

буксовая ступень 0,35;

центральная ступень 0,20;

– немоторный вагон:

буксовая ступень 0,30;

центральная ступень 0,20.

В табл. 7 приведены максимальные значения коэффициентов вертикальной динамики для скоростей движения 80...140 км/ч вагонов электропоезда в прямых участках пути.

Как видно из табл. 7, фактические значения коэффициентов вертикальной динамики не превышают допускаемых значений.

4. Ускорения

В процессе испытаний электропоезда ЭПЛ9Т измерялись вертикальные W_z и гори-

зонтально-поперечные W_y ускорения в салонах вагонов. Максимальные величины ускорений в частотном диапазоне 0...4 Гц не должны превышать 0,35g в вертикальном направлении и 0,30g – в горизонтально-поперечном [1, 2]. В табл. 8 приведены максимальные значения ускорений в салонах (на сидении) вагонов при движении электропоезда по различным участкам пути.

Таблица 7

Максимальные значения коэффициентов вертикальной динамики

Тип вагона	Степень резсорного подвешивания	Скорость движения, км/ч			
		80	100	120	140
ГВ	буксовая	0,212 0,164	0,234 0,196	0,258 0,223	0,275 0,234
	центральная	0,147 0,102	0,157 0,118	0,171 0,137	0,188 0,161
МВ	буксовая	0,111 0,084	0,163 0,127	0,208 0,168	0,239 0,204
	центральная	0,124 0,08	0,140 0,094	0,164 0,107	0,184 0,143
ПВ	буксовая	0,209 0,121	0,216 0,158	0,267 0,177	0,289 0,223
	центральная	0,171 0,086	0,186 0,096	0,195 0,113	0,198 0,172

Примечание: числитель – порожний вагон; знаменатель – груженный вагон.

Как видно из табл. 8, полученные значения ускорений не превышают допускаемых.

Выводы

1. Как видно из приведенных данных, по коэффициентам запаса устойчивости от схода колеса с рельса, коэффициентам вертикальной и горизонтальной динамики, вертикальным и горизонтальным поперечным ускорениям при

движении по прямым, кривым участкам пути и стрелочным переводам электропоезд ЭПЛ9Т удовлетворяет требованиям нормативных документов [1, 2].

2. По уровню динамических показателей при движении по пути, удовлетворяемому требованиям нормативных документов, допускаемая скорость движения на прямых участках пути может быть равной конструкционной 130 км/ч, а на боковое направление стрелочных переводов марок 1/9 и 1/11 – 40 км/ч, а по прямому направлению – как для пассажирских вагонов.

Таблица 8

Максимальные значения ускорений (в долях g)

Тип вагона	Участок пути				
	прямая	кривая R=600	кривая R=300	P65M 1/11	P65M 1/9
ГВ	0,156 0,1	0,131 0,25	0,23 0,29	0,15 0,19	0,16 0,151
	0,135 0,16	0,189 0,275	0,25 0,30	0,16 0,78	0,21 0,21
ПВ	0,145 0,16	0,17 0,205	0,22 0,27	0,15 0,175	0,19 0,183

Примечание: числитель – вертикальные ускорения; знаменатель – горизонтальные поперечные ускорения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. РД 24.050.37-91. Вагоны грузовые и пассажирские. Методы испытаний на прочность и ходовые качества.
2. Нормы расчета и оценки прочности несущих элементов и динамических качеств экипажных частей МВПС ж.д. МПС РФ колеи 1520 мм. – М., 1997.