

В.В. РЫБКИН, д-р техн. наук, профессор  
М.И. УМАНОВ, канд. техн. наук, доцент  
А.П. ТАТУРЕВИЧ, канд. техн. наук, доцент  
В.В. ЦЫГАНЕНКО, канд. техн. наук, доцент  
Н.В. ХАЛИПОВА, канд. техн. наук, доцент  
В.В. КОВАЛЕВ  
ДНУЖТ (Украина)

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ВОЗДЕЙСТВИЮ НА ПУТЬ ЭЛЕКТРОВОЗА ДСЗ-001

Приведено результати експериментальних досліджень електровоза ДСЗ-001 по впливі на колію у прямих, кривих радіуса 400 і 600 м, а також у межах стрілочних переводів марки 1/9 і 1/11

Приведены результаты экспериментальных исследований электровоза ДСЗ-001 по воздействию на путь в прямых, кривых радиуса 400 и 600 м, а также в пределах стрелочных переводов марки 1/9 и 1/11

Results of experimental researches of electric locomotive ДСЗ-001 on influence for a way to straight, curve radius of 400 and 600 m and also in limits стрелочных translations of mark 1/9 and 1/11 are given.

Целью испытаний являлось получение экспериментальным путем расчетных параметров испытываемого электровоза, характеризующих его воздействие на путь, и определение напряженно-деформированного состояния пути и стрелочных переводов при различных скоростях движения, включая максимальную 180 км/ч.

Испытания проводились на пути типовых конструкций. Условия обращения электровоза ДСЗ на сети железных дорог Украины разрабатывались на основании расчетов с использованием полученных экспериментальных данных и результатов анализа деформаций и напряжений в элементах пути и стрелочных переводов.

Испытанию подвергался электровоз ДСЗ-001, имевший пробег с момента постройки около 5000 км, на пяти опытных участках.

Опытный участок № 1: кривая радиусом 400 м, бесстыковый путь, рельсы Р65, железобетонные шпалы (2000 шт/км) на щебеночном балласте при толщине балласта под шпалой 30...35 см.

Опытный участок № 2: кривая радиусом 600 м с такой же конструкцией пути, как и на первом участке.

Опытный участок № 3: прямая с такой же конструкцией пути, как и на первом участке, лишь эюра шпал была 1840 шт/км.

Опытный участок № 4: стрелочный перевод

типа Р65 марки 1/9, подрельсовое основание – железобетонные брусья; балласт щебеночный, толщина балласта 20...30 см.

Опытный участок № 5: стрелочный перевод типа Р65 марки 1/11, подрельсовое основание – деревянные брусья; балласт щебеночный, толщина балласта 20...30 см.

Состояние пути и стрелочных переводов на участках № 1, 2 и № 4, 5 соответствовало требованиям [1] и оценивалось на «хорошо» и «отлично» в соответствии с [2]. Состояние опытного участка № 3 соответствовало требованиям [3]. Опытный состав формировался из двух электровозов (ДСЗ и ЧС8) и двух вагонолабораторий в середине. При испытаниях на стрелочном переводе М1/9 опытный состав состоял из двух электровозов и одного вагонолаборатории. При испытаниях в прямом участке пути со скоростями 160...180 км/ч опытный состав состоял из одного электровоза ДСЗ.

Поездки осуществлялись со скоростями:

– по кривым радиусом 400 и 600 м – 20, 40, 60 и 80 км/ч;

– по прямому участку – 80, 100, 120, 140, 160, 170 и 180 км/ч;

– по стрелочным переводам – 20 и 40 км/ч только по боковому направлению. Кроме того, для тарировки приборов на каждом участке проводились поездки со скоростью 5 км/ч.



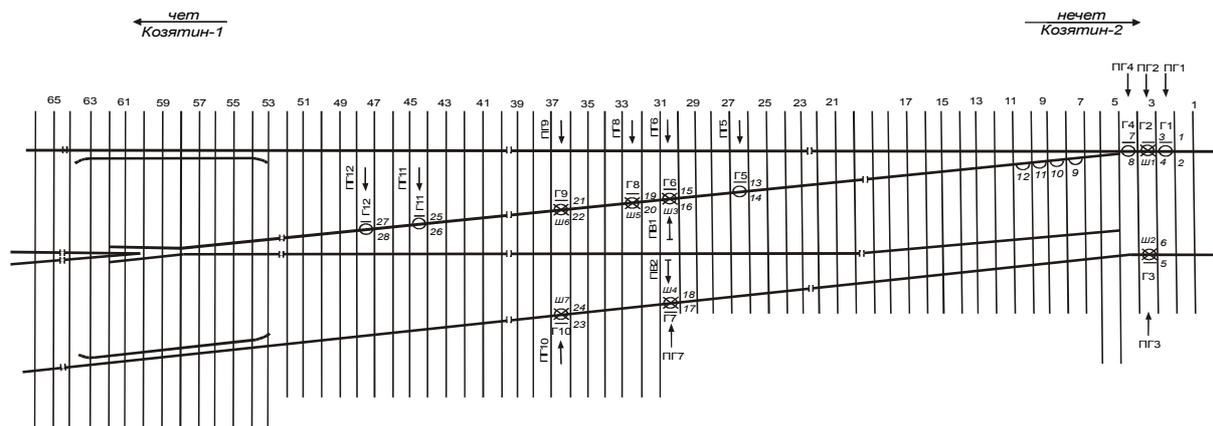


Рис. 2. Схема расстановки приборов на стрелочных переводах М1/9, М1/11

По результатам статистической обработки измерений определялись следующие основные показатели:

- максимальные вероятные значения динамических сил, напряжений и деформаций для сравнения с допускаемыми и рекомендуемыми значениями;
- зависимость средних и максимальных значений динамических характеристик от скорости и направления движения экипажей;
- максимальные наблюдавшиеся значения динамических сил, напряжений и деформаций;
- значения коэффициента перехода от осевых напряжений в подошве рельса к кромочным.

Анализ данных, полученных на опытных участках, показал, что напряжения в кромках подошвы рельсов от воздействия опытного подвижного состава не превышали допускаемой величины (240 МПа) в прямой и в кривых.

Анализ результатов статистической обработки измерения напряжений в элементах стрелочных переводов показал, что наибольшие кромочные напряжения в рельсах имеют место в наружной нити переводной кривой под направляющими осями электровозов, и в ряде случаев эти напряжения превышают допустимые. Это наблюдалось как на переводе 1/9, так и на переводе 1/11.

Превышения допускаемых напряжений в переднем вылете рамного рельса стрелочных переводов не зафиксировано.

В криволинейном остряке более высокие напряжения получены при противошерстном движении, но они не превышают допустимые.

Боковые силы в кривых и в прямом участке пути не превышали допустимые (табл.) [5]

Боковые силы в переводной кривой в обоих стрелочных переводах превышают допустимые 120 кН (табл.).

Горизонтальные отжатия головки рельсов в прямой и в стрелочных переводах не превышают рекомендуемые значения – 6 мм [6], а в наружной нити кривых  $R=400\dots600$  м оказываются больше них (табл.).

Наибольшие вертикальные нагрузки на рельсы наружной и внутренней рельсовых нитей кривых от воздействия колес электровоза ДСЗ при скоростях движения до 80 км/ч не превышали 270 кН, а в прямой при скорости движения до 180 км/ч – не превышали 230 кН.

На стрелочных переводах марки 1/9 и 1/11 вертикальные силы не превосходили 270 кН при скорости движения до 40 км/ч.

Анализ данных по вертикальным прогибам рельсов показал, что во всех рассмотренных случаях осевые прогибы рельсов от воздействия набегающих и ненабегающих осей электровозов примерно одинаковы как до, так и после разворота опытного состава.

Осевые прогибы рельсов типа Р65 на железобетонных шпалах от воздействия на путь электровозов ДСЗ и ЧС8 по абсолютной величине практически не отличаются друг от друга при всех скоростях движения. В кривой 400 м они не превышали 3 мм, в кривой 600 м они были существенно выше при малых скоростях движения и при скорости 20 км/ч достигали 8 мм. При повышении скорости они уменьшались в 1,5...2 раза.

Сводные результаты испытаний приведены в таблице.

На основании анализа указанных данных можно сделать следующие предварительные выводы.

Под опытным электровозом ДСЗ наблюдается повышенное горизонтальное воздействие на путь, особенно существенно это сказывается в крутых кривых, хотя остается в пределах допусков.

Таблица

## Сводные результаты первого этапа испытаний

№ п/п	Контролируемый параметр	Единица измерения	Нормативный документ, содержащий требования к параметру (обознач. раздела, пункты документа)	Значения		Диапазон скоростей, V, км/ч	Заключение
				допустимые	фактические		
Участок 1 – прямая							
1	Кромочные напряжения в подошве рельсов	МПа	[1]	не более 240	135	80...180	удовл.
2	Боковые силы	кН	[5]	не более 100	45	80...180	удовл.
3	Боковые отжатия головки рельсов	мм	[6]	не более 6*	1,2	80...180	удовл.
Участок 2 – кривая R=400 м							
1	Кромочные напряжения в подошве рельсов	МПа	[1]	не более 240	235	20...80	удовл.
2	Боковые силы	кН	[5]	не более 100	100	20...80	удовл.
3	Боковые отжатия головки рельсов	мм	[6]	не более 6*	7,0	20...80	не удовл.
Участок 3 – кривая R=600 м							
1	Кромочные напряжения в подошве рельсов	МПа	[1]	не более 240	150	20...80	удовл.
2	Боковые силы	кН	[5]	не более 100	80	20...80	удовл.
3	Боковые отжатия головки рельсов	мм	[6]	не более 6*	8,1	20...80	не удовл.
Участок 4 – стрелочный перевод М 1/11							
1	Кромочные напряжения в подошве рельсов	МПа	[1]	не более 240	265 – 40 км/ч 250 – 20 км/ч	20...40	не удовл. огран. скор.25 км/ч
2	Боковые силы	кН	[5]	не более 120	100 – 20 км/ч 150 – 10 км/ч	20...40	не удовл. огран. скор.25 км/ч
3	Боковые отжатия головки рельсов	мм	[6]	не более 6*	5,5 – 20 км/ч 6,0 – 40 км/ч	20...40	удовл.
Участок 5 – стрелочный перевод М 1/9							
1	Кромочные напряжения в подошве рельсов	МПа	[1]	не более 240	270 – 40 км/ч 180 – 20 км/ч	20...40	не удовл. огран. скор.25 км/ч
2	Боковые силы	кН	[5]	не более 120	154 – 40 км/ч 107 – 20 км/ч	20...40	не удовл. огран. скор.25 км/ч
3	Боковые отжатия головки рельсов	мм	[6]	не более 6*	4,5	20...40	удовл.

При износе ходовых частей электровоза следует ожидать превышения допусковых значений нормируемых величин.

Опытный экземпляр электровоза ДСЗ удовлетворяет условиям эксплуатации на пути со стандартными типовыми конструкциями, с железобетонными шпалами и щебеночным балластом со скоростями движения до 160 км/ч, а на боковое направление типовых стрелочных переводов типа Р65 его скорость движения ограничивается до 25 км/ч на переводе марки 1/11, и до 25 км/ч на переводе марки 1/9.

Такие результаты повышенного бокового воздействия электровоза ДСЗ на путь и стрелочные переводы были получены из-за неудачной его системы демпфирования, не соответствовавшей проектной.

После изменения системы демпфирования электровоза ДСЗ были выполнены повторные испытания. Для этой цели на ст. Ивковка был выбран опытный участок № 6 на стрелочном переводе типа Р65 М 1/11 на железобетонных брусках. Состояние стрелочного перевода отвечало требованиям [2] и оценивалось как удовлетворительное.

Сформированный опытный состав состоял из двух локомотивов ЧС2 (в голове и хвосте), вагона-лаборатории и электровоза ДСЗ.

Для оценки воздействия на стрелочный перевод при движении на боковой путь было выполнено 48 заездов со скоростями 10, 25, 40 и 50 км/ч.

В процессе испытаний измерялись:

– напряжения в кромках подошвы и нерабочей грани головки рельса;

– горизонтальные отжатия головки рельсов.

Кроме того, с использованием результатов испытаний определялись боковые силы, действующие от подвижного состава на рельсы, по методике [4].

Полученные результаты напряженно-деформированного состояния стрелочного перевода показали, во всех случаях кромочные напряжения в подошве рельсов не превосходят допустимых 240 МПа. Максимальные значения боковых сил только при скорости 50 км/ч приближаются к допустимым для участков пути (100 кН).

Отжатия головки рельсов тоже во всех случаях остаются ниже рекомендуемых 6 мм.

Таким образом, можно сделать вывод, что электровозу ДСЗ после изменения системы демпфирования можно разрешить движение на боковой путь стрелочного перевода типа Р65

М1/11 со скоростью 40 км/ч, то есть со скоростью движения, разрешенной для других локомотивов в таких условиях.

Таким образом, по результатам испытаний электровоза ДСЗ были сделаны следующие окончательные выводы:

– в прямых со стандартными типовыми конструкциями с железобетонными шпалами, щебеночным балластом электровоз ДСЗ удовлетворяет условиям эксплуатации со скоростями до 160 км/ч;

– в кривых участках на пути такой же конструкции электровоз ДСЗ может обращаться со скоростями, которые соответствуют непогашенному ускорению  $\alpha_{\text{нп}}=0,7 \text{ м/с}^2$ ;

– на боковое направление стрелочных переводов типа Р65 М1/11 до 40 км/ч и марки 1/9 – 25 км/ч.

Условия обращения электровоза ДСЗ по пути других конструкций определялись расчетным способом и приведены в другой статье настоящего сборника [7].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Інструкція по устрою та утриманню колії залізниць України: ЦП/0050: затв. наказом Укрзалізниці від 06.04.98 № 82-Ц.– Київ: Транспорт України, 1999. – 248 с.
2. Технічні вказівки до розшифрування записів колєвимірювальних вагонів, оцінки відступів від норм утримання залізничної рейкової колії та при їх виявленні вжиття заходів щодо забезпечення безпеки руху поїздів: ЦП/0020: затв. наказом Укрзалізниці № 9-Ц від 17.01.96. – К.: Транспорт, 1997. – 76с.
3. Тимчасова інструкція з організації швидкісного руху пасажирських поїздів. Вимоги до інфраструктури та рухомого складу. – Київ, 2002. – 51 с.
4. Ершков О. П., Мелентьев Л. П., Яхов М. С. Расчеты железнодорожного пути в кривых и нормы его устройства // Труды ВНИИЖТ. – М.: Трансжелдориздат. – 1960. – Вып. 192. – 206 с.
5. Нормы для расчета и оценки прочности несущих элементов, динамических качеств и воздействия на путь экипажной части локомотивов железных дорог МПС. РФ колеи 1520 мм. – М. ВНИИЖТ, 1998.
6. Фришман М.А., Липовский Р.С., Цыганенко В.В. Проектирование рельсовой колеи. – Д., 1976.
7. Рыбкин В.В., Татуревич А.П., Сова С.Н. Результаты исследований по установлению условий обращения электровоза ДСЗ на сети ж.д. Украины.