

В.В. РЫБКИН, д-р техн. наук, профессор  
А.П. ТАТУРЕВИЧ, канд. техн. наук, доцент  
С.Н. СОВА, аспирант  
Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО УСТАНОВЛЕНИЮ УСЛОВИЙ ОБРАЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗА ДС3-001 НА СЕТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Подано пропозиції щодо умов обертання нового електровоза ДС3-001 на мережі залізниць.

Представлены предложения по условиям обращения нового электровоза ДС3-001 на сети железных дорог.

Offers on conditions of the reference of new electric locomotive ДС3-001 on a network of railways submitted.

Грузопассажирский электровоз типа ДС3–001 изготовлен Днепропетровским научно-производственным комплексом «Электровозостроение» (ДЭВЗ) и предназначен как для грузового, так и для пассажирского движения со скоростью до 160 км/ч. В 2003 году Путь испытательной отраслевой научно-исследовательской лабораторией Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна (ДИИТ) были проведены испытания электровоза ДС3-001 по воздействию на путь и стрелочные переводы. При установлении условий обращения электровоза ДС3-001 были использованы следующие требования [1, 2, 3]:

- обеспечение прочности конструкции пути;
- обеспечение устойчивости колёс от вкатывания гребней колес на головку рельса;
- обеспечение устойчивости рельсошпальной решетки поперечному сдвигу по балласту;
- не превышение принятого допустимого уровня непогашенных ускорений  $[\alpha_{\text{нп}}] = 0,7 \text{ м/с}^2$  в кривых участках пути для пассажирских поездов.

По результатам экспериментальных исследований были определены осевые напряжения в рельсах. Нормируемые осевые напряжения в рельсах определялись по зависимости [3, 4]

$$[\sigma_o] = \frac{[\sigma_k]}{f}, \quad (1)$$

где  $[\sigma_k]$  – допускаемые напряжения в кромках подошвы рельсов, принимаемые 240 МПа для пути с рельсами типа Р43 и тяжелее длиной 12,5 и 25 м;  $f$  – эмпирический коэффициент,

учитывающий действие от колеса на рельс горизонтальных боковых (поперечных к оси пути) сил и крутящих моментов, создаваемых внецентренным приложением вертикальных сил.

Для определения коэффициента  $f$  были использованы результаты экспериментальных исследований<sup>1</sup> и теоретических расчетов пути на прочность применительно к 30 типам верхнего строения пути, эксплуатирующихся на сети дорог в соответствии с [4, 5, 6, 7].

При выполнении расчетов пути на прочность от воздействия на путь электровоза ДС3-001 использовались данные экспериментальных исследований, а именно: нагрузка от колеса на рельс по результатам взвешивания опытного подвижного состава и измеренных в процессе испытаний вертикальных осевых и колесных нагрузок; а также максимальных сил, вызываемых вертикальными колебаниями недрессоренных грузов. Исходные данные для расчета пути на прочность по параметрам электровоза ДС3-001 приведены в табл. 1.

Расчеты производились на ПЭВМ по программе, разработанной кафедрой «Путь и путевое хозяйство» и Путь испытательной ОНИЛ ДИИТа.

Коэффициент  $f$  характеризует переход от осевых напряжений в подошве рельсов к кро-

<sup>1</sup> Статья настоящего сборника: В. В. Рыбкин, М. И. Уманов, А.П. Татуревич, В. В. Цыганенко, Н. В. Халипова, В. В. Ковалев Результаты экспериментальных исследований по воздействию на путь электровоза ДС3–001

мочным и определяется по известной зависимости [4, 7]:

$$f = \frac{\sigma_k^{\text{э}} + \Delta\sigma_o}{\sigma_o^p}, \quad (2)$$

где  $\sigma_k^{\text{э}}$  – экспериментальные максимальные вероятные значение кромочных напряжений в подошве рельса в МПа;  $\sigma_o^p$  – расчетные максимальные вероятные осевые напряжения в рельсах в МПа;  $\Delta\sigma_o = \sigma_o^p - \sigma_o^{\text{э}}$  – разность между максимальными расчетными вероятными и максимальными экспериментальными значениями осевых напряжений в рель-

сах. Полученные расчетные значения коэффициента  $f$  в прямых и кривых опытных участках пути при всех скоростях движения (при  $\alpha_{\text{нп}} = 0,7 \text{ м/с}^2$ ) использовались для определения значений коэффициентов  $f$  при аппроксимации данных и в кривых других радиусов. Принятые расчетные значения коэффициента  $f$  в зависимости от плана линии (радиусов кривых) и нормируемые осевые напряжения в рельсах приведены в табл. 2.

При производстве расчетов пути на прочность использовались жесткости (модули упругости) пути, откорректированные ДИИТом и опубликованные в работе [8].

Таблица 1

**Исходные данные для расчетов пути на прочность по параметрам электровоза ДС3–001**

№ п/п	Параметры	Условное обозначение и размерность	ДС3-001
1	Количество осей в тележке	$n$	2
2	Полная статическая нагрузка от колеса на рельс	$P_{cm}$ , кН	119,26
3	Необрессоренная статическая нагрузка от колеса на рельс	$q_k$ , кН	18,27
4	Диаметр колеса	$d$ , см	125
5	Глубина изолированной неровности на колесе	$e_0$ , см	0,067
6	Сумарный (I и II ступеней) статический прогиб рессорного подвешивания	$y$ , мм	216
7	Минимальная скорость движения	$V_{min}$ , км/ч	10
8	Максимальная (конструкционная) скорость движения	$V_{max}$ , км/ч	160
9	Шаг увеличения скорости движения,	$\Delta V$ , км/ч	10
10	Коэффициенты $f$ для направляющих осей в зависимости от радиуса кривых (для осевых напряжений в рельсах)	$f$	1,0
11	Коэффициенты $m_{z-k}$ для направляющих осей в зависимости от значений $f$	$m_{z-k}$	1,0
12	Последовательные расстояния между осями, см:	$l_1$ $l_2$ $l_3$	270 823 270

Таблица 2

**Принятые расчетные значения коэффициента  $f$  в зависимости от плана линии (радиусов кривых) и нормируемые осевые напряжения в рельсах**

Параметры	Значение коэффициентов $f$ при радиусах кривых, м													
	прямая	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400	350	300	250	200
$f$	1,21	1,38	1,41	1,43	1,45	1,49	1,50	1,55	1,60	1,67	1,71	1,76	1,80	1,84
$[\sigma_0]$ , МПа	198	174	170	168	165	161	160	155	150	144	140	136	133	130

Окончательно, допускаемые скорости движения электровоза ДС3-001 с учетом ограничений по условиям не превышения допустимого непогашенного ускорения  $[\alpha_{\text{нп}}] = 0,7 \text{ м/с}^2$  в кривых участках пути с максимальным возвышением наружного рельса 150 мм и с учетом величины нормируемых осевых напряжений для рельсов типов Р65, Р50, Р43 приведены в табл. 3.

Допускаемые скорости движения по стрелочным переводам типа Р65 и Р50 М1/11 на боковое направление может осуществляться со скоростями движения до 40 км/ч. По прямому направлению стрелочных переводов М1/11 – 120 км/ч, а М1/9 – 100 км/ч, а на боковое направление стрелочных переводов типа Р50 и Р65 М1/9 – 25 км/ч согласно ПТЭ.

## Выводы и рекомендации

На основании анализа указанных данных можно сделать следующий вывод:

– опытный экземпляр электровоза ДСЗ-001 удовлетворяет условиям эксплуатации на пути со стандартными типовыми конструкциями со скоростями движения до 160 км/ч (см. табл. 4).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Норми допустимих швидкостей руху рухомого складу по залізничних коліях Державної адміністрації залізничного транспорту України шириною 1520 (1524) мм (наказ № 72Ц від 21.03.03 р.)
2. Нормы допускаемых скоростей движения подвижного состава по железнодорожным путям колеи 1520 (1524) мм федерального железнодорожного транспорта (приказ МПС РФ № 41 от 12 ноября 2001 г.).
3. Типовая методика испытаний подвижного состава по воздействию на путь после изготовления или перед вводом в эксплуатацию (Испытательный центр железнодорожной техники ВНИИЖТ МПС), 1990
4. Справочник инженера-путейца, т. 1 / Под ред. В.В. Баилова, М.А. Чернышева. – М.: Транспорт, 1972
5. Правила расчета железнодорожного пути на прочность и надежность. – М.: ВНИИЖТ, 1999.
6. Воробейчик Л. Я., Патласов А. М., Трякин А. П., Уманов М. И. Расчеты пути на прочность. – Днепропетровск: ДИИТ, 2001.
7. Вериго М. Ф., Крепкогорский С. С. Общие предпосылки для корректировки правил расчета железнодорожного пути на прочность и предложения по изменению этих правил // Труды ВНИИЖТ. – 1972. – Вып. 466. – С. 6-48.
8. Татуревич А. П. Результаты определения фактических значений жесткости пути для исследований взаимодействия пути и подвижного состава // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Дніпропетровськ. – Вип. 2. – 2003. – С. 95-101.

## Допускаемые скорости для электровоза ДСЗ-001 при различных радиусах и типах верхнего строения пути

Тип верхнего строения пути	Допускаемые скорости, км/ч и радиусы кривых, м													
	прямая	1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400	350	300	250	200
Р65; 1600, 1840, 2000; IА, IБ, IIЦ	К-160	К-160	К-160	Н-150	Н-140	Н-130	Н-120	Н-110	Н-100	Н-90	Н-85	Н-80	Н-75	Н-60
UIC60; 1600; IА, IБ, IIЦ	К-160	120	120	110	110	100	100	90	90	70	70	60	60	50
UIC60; 1840; IА, IБ, IIЦ	К-160	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
UIC60; 2000; IА, IБ, IIЦ	–	160	150	140	Н-140	Н-130	Н-120	Н-110	Н-100	Н-90	Н-85	Н-80	Н-75	Н-60
P50; 1600; IА, IБ, IIА, IIБ, IIЦ	130	100	90	90	90	80	80	70	60	50	50	40	40	30
P50; 1840; IА, IБ, IIА, IIБ, IIЦ	150	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P50; 2000; IА, IБ, IIА, IIБ, IIЦ	–	120	120	110	110	100	100	90	80	70	60	50	50	40
Р65; 1600, 1840, 2000; IА, IБ, IГр., II	К-160	К-160	К-160	Н-150	Н-140	Н-130	Н-120	Н-110	Н-100	Н-90	Н-85	Н-80	Н-75	Н-60
UIC60; 1600; IА, IБ, IГр., II	150	110	110	100	100	90	90	80	80	70	60	60	50	50
UIC60; 1840; IА, IБ, IГр., II	К-160	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
UIC60; 2000; IА, IБ, IГр., II	–	140	130	130	120	120	110	100	100	80	80	70	70	60
P50; 1600; IА, IБ, IГр., II	120	90	80	80	80	70	70	60	60	50	40	40	30	30
P50; 1840; IА, IБ, IГр., II	140	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P50; 2000; IА, IБ, IГр., II	–	110	100	100	100	90	90	80	70	60	50	50	40	40
Р65, UIC60, P50; 1600, 1840, 2000; ЖБ; IIЦ	К-160	К-160	К-160	Н-150	Н-140	Н-130	Н-120	Н-110	Н-100	Н-90	Н-85	Н-80	Н-75	Н-60

Примечание. Буквы слева от значений допускаемых скоростей движения означают:

К – конструкционная скорость;

Н – максимальная допускаемая скорость движения по величине непогашенного ускорения в кривых участках пути при возвышении наружного рельса 150 мм; – скорости движения без буквенных указателей установлены по условию прочности рельсов с использованием критериев допускаемых напряжений в кромках подшвы рельсов;

– скорость движения по пути с рельсами Р43 на щебеночном балласте 15 км/ч, а на песчаном балласте – 10 км/ч;

– допускаемые скорости движения рассчитаны при максимальном приведенном износе при котором рельсы не являются дефектными;

– скорости движения по пути с рельсами Р75 устанавливаются такими же, как и для пути с рельсами Р65;

– скорости движения по кривым промежуточных радиусов устанавливаются путем линейной интерполяции с округлением кратно 5 км/ч в меньшую сторону; – в характеристиках конструкции пути буквы означают:

– род балласта: IIЦ – щебеночный, IГр – гравийный, II – песчаный; тип шпала: IА, IIА, IБ, IIБ – деревянных шпал и ЖБ – железобетонных шпал;

– число перед типом шпала обозначает их эпюру ( количество шпал на 1 км);

– для рельсов UIC60 на железобетонном основании расчет велся для скрепления КПШ, для всех остальных при том же основании – скрепление КБ.