

Е.П. БЛОХИН, д-р техн. наук, профессор
А.Н. ПШИНЬКО, д-р техн. наук, профессор
М.Л. КОРОТЕНКО, д-р техн. наук, профессор
Р.Б. ГРАНОВСКИЙ, канд. техн. наук, вед. научн. сотр.
Н.Я. ГАРКАВИ, ст. научн. сотр.

Е.М. ДЗИЧКОВСКИЙ, аспирант

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна

ДИНАМИКА СКОРОСТНОГО ЭЛЕКТРОВОЗА ТИПА ДСЗ

У статті приведені результати динамічних випробувань електровоза ДСЗ

В статье приведены результаты динамических испытаний электровоза ДСЗ

In paper results of dynamics tests of electric locomotive DS3 are submitted

В 2003 году НП «Электровозостроение» (ДЭВЗ) совместно с фирмой «SIMENS» создали четырехосный грузо-пассажирский электровоз ДСЗ-001 переменного тока с асинхронными тяговыми двигателями и тяговой передачей класса II.

Основные характеристики электровоза ДСЗ следующие [1]:

- а) конструкционная скорость с грузовым поездом – 120 км/ч, с пассажирским – 160 км/ч;
- б) мощность в продолжительном режиме на валах тяговых двигателей – не менее 4800 кВт;
- в) сила тяги при трогании с места – 310 кН;
- г) номинальная нагрузка от колёсной пары на рельсы – 221 кН.

В августе-декабре 2003-го и январе 2004-го года Отраслевой научно-исследовательской лабораторией динамики и прочности подвижного состава ДНУЖТ были проведены ходовые динамические испытания электровоза ДСЗ-001 на Юго-Западной железной дороге. Опытный сцеп состоял из электровозов ДСЗ-001 и ЧС8, который использовался как эталон, и двух вагонов-лабораторий. Во время испытаний электровоз ДСЗ реализовал режимы тяги, толкания и рекуперации с постоянной величиной суммарного момента на валах тяговых электродвигателей, а электровоз ЧС8, варьируя ток тяговых электродвигателей в режиме реостатного торможения или тяги, обеспечивал постоянную скорость сцепа. Режим выбега реализовали оба электровоза одновременно. Поездки со скоростями выше 160 км/ч выполнялись одиночным электровозом ДСЗ.

Испытания на участках пути, содержащих кривые с радиусами 385...600 метров, прово-

дились со скоростями 60...80 км/ч на участке Казатин II – Сестреновка, а со скоростями 60...120 км/ч – на участке Казатин I–Фастов.

Поездки со скоростями до 180 км/ч осуществлялись на участке Борисполь – Барышевка Юго-Западной железной дороги, специально подготовленном для скоростного движения [2].

Результаты ходовых динамических испытаний

1. Коэффициенты K_y запаса устойчивости от схода колес с рельсов. Значения коэффициентов K_y определялись по мгновенным значениям рамных сил и вертикальных прогибов пружин в первой ступени рессорного подвешивания для первой и последней колёсных пар электровоза ДСЗ и 5-ой и 8-ой колёсных пар электровоза ЧС8 согласно формуле 3.28 «Норм» [3]. Полученные значения в диапазоне скоростей 40...180 км/ч группировались по интервалам длиной в 20 км/ч, участкам пути и режимам движения. Минимальные значения коэффициентов K_y , полученные для электровоза ДСЗ, приведены соответственно на рис. 1, где знаком \blacklozenge обозначены результаты, полученные при движении электровозов по прямой, \blacksquare – по кривым с радиусами $R < 1000$ м, \square – по кривым с радиусами $R > 1000$ м, Δ – при движении по стрелкам, пунктиром обозначено допускаемое значение $K_y = 1,4$ [3].

Из рис. 1 видно, что электровоз ДСЗ-001 обладает достаточно большим запасом устойчивости против схода колеса с рельсов во всём диапазоне скоростей при движении по прямым, кривым и стрелочным переходам с установленными скоростями.

На этом же рисунке проведены наименьшие значения коэффициента K_y , полученные при тех же режимах движения для электровоза ЧС8 (обозначено ●). Сравнение этих данных показывает, что коэффициент запаса устойчивости K_y для электровоза ЧС8 существенно меньше, чем для электровоза ДС3.

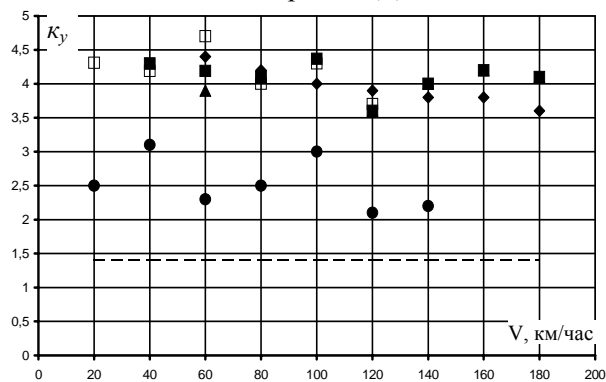


Рис. 1. Значения коэффициентов K_y запаса устойчивости от схода колес с рельсов для электровозов ДС3 и ЧС8

2. Коэффициенты вертикальной динамики. Коэффициенты вертикальной динамики K_d определялись как отношения динамических прогибов пружин к их статическим значениям. Статистические значения K_d определялись в соответствии с [4].

Значения $K_{дв1}$ коэффициентов вертикальной динамики первой ступени рессорного подвешивания электровоза ДС3 при движении на участке Дарница–Барышевка по прямым со скоростями в диапазоне 40...180 км/ч приведены на рис. 2. Здесь и далее обозначения ▲, ■, ◆ соответствуют движению электровоза в режимах тяги, выбега и рекуперации, а сплошная и пунктирная линии обозначают допустимые значения $K_{дв1}$ 0,4 и 0,35 соответственно для грузовых и пассажирских электровозов.

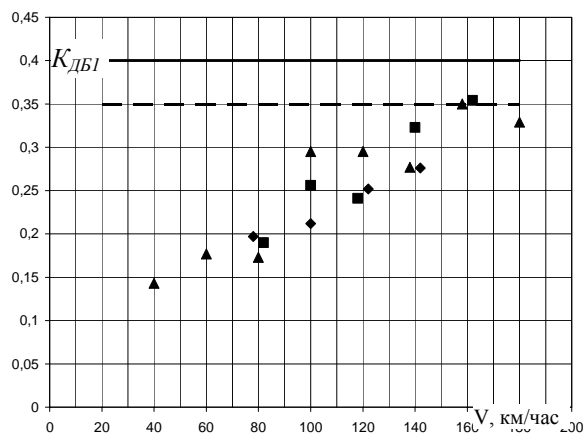


Рис. 2. Значения $K_{дв1}$ коэффициентов вертикальной динамики первой ступени рессорного подвешивания электровоза ДС3

Из рис. 2 видно, что, возрастая с увеличением скорости, величина $K_{дв1}$ достигает допустимого значения для пассажирского электровоза при конструкционной скорости 160 км/ч и ниже допустимого значения при скорости 180 км/ч. Коэффициенты вертикальной динамики в первой ступени рессорного подвешивания, полученные для электровоза ЧС8 при движении по прямым, имеют тот же порядок, что и для ДС3.

Величины коэффициентов вертикальной динамики в первой ступени рессорного подвешивания при движении по кривым и стрелочным переводам в рассмотренных диапазонах скоростей также не превышают допустимых значений.

Значения коэффициентов вертикальной динамики во второй ступени рессорного подвешивания $K_{дв2}$ при движении электровоза ДС3 по прямым на участке Дарница–Барышевка в диапазоне скоростей 40...180 км/ч приведены на рис. 3, где сплошной и пунктирной линиями обозначены допустимые значения $K_{дв2}$ 0,25 и 0,2 соответственно для грузовых и пассажирских электровозов.

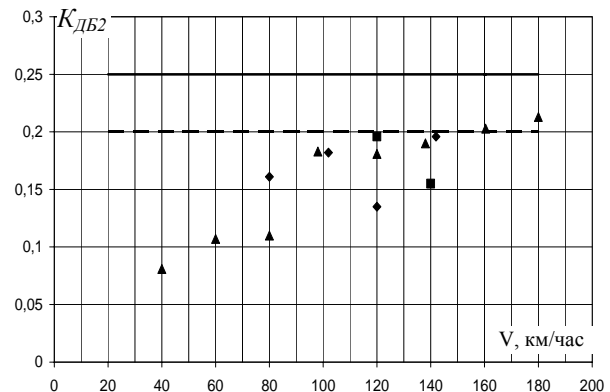


Рис. 3. Значения коэффициентов вертикальной динамики во второй ступени рессорного подвешивания при движении электровоза ДС3

Из рис. 3 видно, что измеренные коэффициенты $K_{дв2}$ при движении по прямым не превышают допустимых значений для пассажирских электровозов при скоростях не превышающих конструкционную.

Следует отметить, что для электровоза ЧС8 при движении по прямым на участке Дарница – Барышевка уже при скорости 80 км/ч величина $K_{дв2}$ превышает допустимое значение, а при скорости 140 км/ч наибольшее значение $K_{дв2}=0,44$ более чем вдвое превышает допустимое значение.

Значения коэффициента вертикальной динамики во второй ступени подвешивания при движении электровоза ДС3 по кривым приве-

дены на рис. 4. Помимо указанных выше обозначение • соответствует режиму толкания, а ♦ - рекуперации. Диапазон скоростей 40...80 км/ч соответствует движению на участке

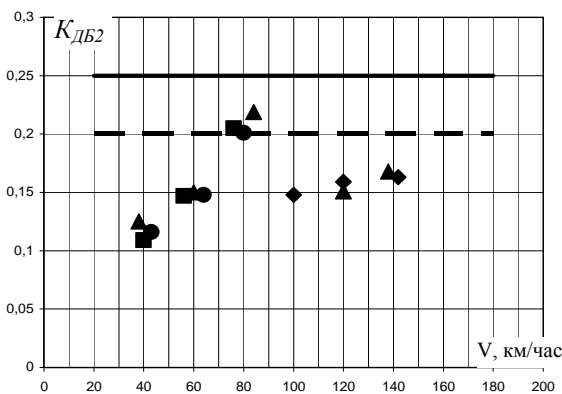


Рис.4. Значения коэффициента вертикальной динамики во второй ступени подвешивания при движении электровоза ДС3 по кривым

Казатин II – Сестреновка с кривыми $R < 1000$ м, а 100...140 км/ч – движению на участке Дарница – Барышевка с кривыми $R > 1000$ м. Относительно большие значения коэффициентов $K_{дв2}$ на первом участке соответствуют меньшим радиусам кривых и худшему состоянию пути.

Данные, полученные при движении по стрелочным переводам по прямому направлению, показывают, что значения $K_{дв2}$ в диапазоне скоростей до допускаемой для стрелок 120 км/ч соответствуют нормативным требованиям.

3. Рамные силы. Величины рамных сил при движении электровоза ДС3 по прямым на участке Дарница – Барышевка в диапазоне 40...180 км/ч приведены на рис. 5. Пунктирная линия соответствует допускаемому значению рамной

силы $H_p = 0,4 P_{ст}$, где $P_{ст}$ – статическая нагрузка от колёсной пары на рельсы.

Из рис. 5 видно, что для электровоза ДС3 значения рамной силы существенно меньше допускаемой величины. Это же положение имеет место и при движении электровоза ДС3 по кривым и стрелочным переводам.

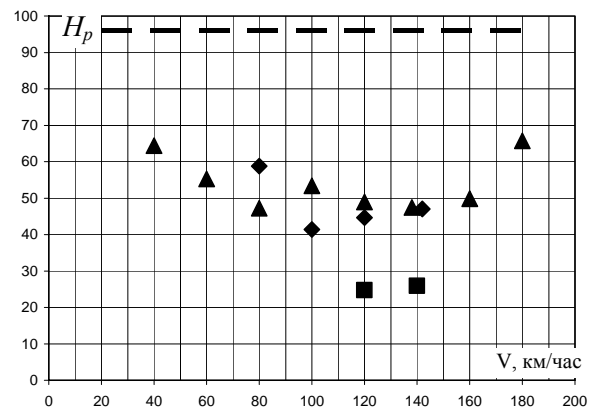


Рис.5. Величины рамных сил при движении электровоза ДС3 по прямым

Следует обратить внимание на то, что рамные силы для электровоза ЧС8 выше, чем для электровоза ДС3, и уже при скорости 120 км/ч на 10%, а при скорости 160 км/ч на 30% превышают допускаемую величину.

3. Показатели плавности хода.

По результатам замеров вертикальных и горизонтальных поперечных ускорений на полу в кабинах машиниста и по середине кузовов электровозов ДС3-001 и ЧС8 вычислялись показатели плавности хода W [5] (табл. 1).

Таблица 1
Показатели плавности хода электровозов ДС3-001 и ЧС8 при различных скоростях движения

V, км/час	Допускаемое значение $W \leq 3,75$						Длительность T_p , сек
	ДС3			ЧС8			
	$W_{зк}$	$W_{зс}$	$W_{ук}$	$W_{зк}$	$W_{зс}$	$W_{ук}$	
60*	2,81	2,24	2,65	2,84	2,49	2,80	328
80*	3,04	2,37	2,78	2,94	2,64	2,77	245
100*	3,14	2,54	2,95	2,94	2,70	2,63	819
120	$\frac{3,29^*}{3,19}$	$\frac{2,65^*}{2,55}$	$\frac{3,12^*}{2,87}$	3,26*	3,28*	2,99*	328
140	3,30	2,73	3,18	3,17	-	3,22	573
160	3,16	2,63	3,17	3,36	-	3,08	246
180	3,32	-	3,54	-	-	-	287

В таблице использованы такие обозначения: – $W_{зк}$, $W_{ук}$, $W_{зс}$ – усредненные [5] для каждого

диапазона скоростей показатели плавности хода в вертикальном (z) и горизонтальном попе-

* данные получены на участке Казатин I – Кожанка; остальные результаты – на участке Дарница – Барышевка.

речном направлениях (y) на полу кабин (k) и по середине (c) кузова; T_i – суммарная продолжительность реализации для данного интервала скоростей при движении опытного сцепа по прямому участку бесстыкового пути, состояние которого имеет оценку не ниже «хорошо» и обеспечивает движение электровозов с конструкционной скоростью;

Допускаемое значение показателя плавности хода в вертикальном и горизонтальном поперечном направлениях согласно [3, 4] составляет 3,75.

Как видно из табл. 1, показатели плавности хода электровозов ДС3-001 и ЧС8 в вертикальном и горизонтальном поперечном направлениях ниже допустимого значения 3,75.

Выводы по результатам ходовых динамических испытаний

1. Коэффициент запаса устойчивости против схода колес с рельсов не ниже допускаемого значения 1,4 во всем диапазоне исследуемых скоростей вплоть до конструкционной на прямых, а также в кривых и на стрелочных переводах.

2. Рамные силы не превышают допускаемого значения $0,4P_{ст}$ во всем диапазоне исследуемых скоростей вплоть до конструкционной на прямых и в кривых.

3. Коэффициенты вертикальной динамики в первой и во второй ступенях рессорного подвешивания не превышают значений, допускаемых для грузового локомотива (0,4 и 0,25 соответственно) при движении со скоростями до 120 км/час включительно по прямым, и при

движении по кривым и стрелочным переводам с установленными скоростями.

Коэффициенты вертикальной динамики в первой и во второй ступенях рессорного подвешивания не превышают значений, допускаемых для пассажирского локомотива (0,35 и 0,2 соответственно) при движении со скоростями 120...160 км/час по прямым и кривым.

4. Показатели плавности хода в вертикальном и горизонтальном поперечном направлениях не превышают допустимого значения 3,75.

Приведённые данные показывают, что электровоз ДС3 по своим ходовым динамическим качествам удовлетворяет требованиям ТЗ [1] и нормативных документов [3-5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ЗТП.001.019ТЗ. Техническое задание на ОКР «Создание электровоза магистрального грузо-пассажирского переменного тока типа ДС3», 2000.
2. Тимчасова інструкція з організації швидкісного руху пасажирських поїздів. Вимоги до інфраструктури та рухомого складу. ВНД 32.1.07.003-02. – К.: Укрзалізниця, 2002.
3. Нормы для расчёта и оценки прочности несущих элементов динамических качеств и воздействия на путь экипажной части локомотивов железных дорог МПС РФ колеи 1520 мм. – М.: ВНИИЖТ, 1998.
4. Ст ССФЖТ ЦТ 15-98. Тяговый подвижной состав. Типовая методика динамико-прочностных испытаний локомотивов.
5. ОСТ 24.050.16-86. Вагоны пассажирские. Методика определения плавности хода.