

УДК 629.423.023.14.015

Выбор рациональных значений жесткости связи наклонной тяги с кузовом электровоза ДЭ1

Д.т.н. Е.П. Блохин, д.т.н. В.Д. Данович, д.т.н. М.Л. Коротенко,
к.т.н. И.В. Клименко, к.т.н. С.В. Мямлин, к.т.н. Л.А. Недужая (ДИИТ)

У роботі розглянуті питання про вибір раціональних значень жорсткості зв'язку похилої тяги з кузовом електровоза при його русі в режимі тяги та вибігу. Після проведення теоретичних досліджень було зроблено висновок, що величина жорсткості не повинна перевищувати 10000 кН.

The article deals with the issue of selecting the rational values of hardness in the bond of the sloping beam with the locomotive's body in its motion in haulage and running modes. After theoretical research, it was found out that the value of hardness should not exceed 10000 kN.

На этапе проектирования новых и модернизации существующих единиц подвижного состава важное место занимает вопрос о выборе рациональных значений их динамических показателей. Данная работа посвящена выбору рациональных значений жесткости связи наклонной тяги тележки с кузовом электровоза ДЭ1 в режиме выбега и тяги. Исходные данные электровоза ДЭ1 (инерционные характеристики, геометрические и упруго-диссипативные параметры) приведены в работе [1].

Для решения поставленной задачи была составлена расчетная схема электровоза [1] с учетом особенности связи тележек с кузовом в продольном направлении посредством наклонных тяг. Движение экипажа вдоль пути рассматривалось как прямолинейное и равномерное. Путь в вертикальном направлении принимался упруго-вязким инерционным. Случайные неровности пути задавались в виде осциллограмм реальных ординат неровностей, полученных лабораторией динамики и прочности подвижного состава ДИИТа.

Для составления уравнений движения электровоза были использованы уравнения Лагранжа второго рода. Решение проводилось с использованием ПЭВМ путем численного интег-

рирования дифференциальных уравнений движения.

В процессе расчета были определены коэффициенты вертикальной динамики в первой $k_{\text{дв}}^{\text{a}}$ и второй $k_{\text{дв}}^{\text{б}}$ ступенях рессорного подвешивания и динамические усилия в наклонной тяге $S_{\text{тх}}$ (кН).

Рассмотрим сначала динамические качества электровоза ДЭ1 при различных значениях жесткостей связи наклонной тяги с кузовом в режиме выбега при скорости движения 100 км/ч. Диапазон изменения жесткостей связи — от 5000 кН/м до 50000 кН/м.

В табл. 1 приведены результаты теоретических исследований влияния жесткости связи наклонной тяги с кузовом электровоза ДЭ1 (первоначально значение жесткости связи предполагалось равным 8600 кН/м [2]) на его динамические показатели.

Как видно из табл. 1, при изменении жесткости связи от 5000 кН/м до 50000 кН/м коэффициент вертикальной динамики во второй ступени $k_{\text{дв}}^{\text{a}}$ изменяется незначительно (в пределах 8%). Величина коэффициента вертикальной динамики $k_{\text{дв}}^{\text{б}}$ в первой ступени подвешивания более заметно зависит от жесткости на-

Таблица 2
Значения жесткостей для каждого участка характеристики упругих элементов наклонной тяги

Номер характеристики	Скорость V , км/ч				
	5	46,1	65,2	100	100
	Сила тяги $S_{тх0}$, кН				
	140	119	111	42,2	38,5
1	30500	30500	30500	6500	6500
2	23000	23000	23000	6000	6000
3	44000	44000	44000	7100	7100
4	28300	28300	28300	8300	8300
5	46000	46000	46000	12000	12000

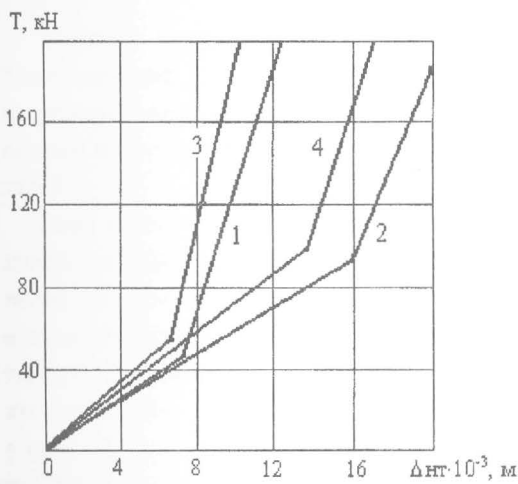


Рис. 1. Характеристика упругих элементов между наклонной тягой и кузовом

Из приведенных выше пяти значений сил тяги в стационарном режиме при силах 140, 119, 111 кН «работает» верхняя ветвь характеристики, имеющая большую жесткость, а при силах 42,2; 38,5 кН «работает» нижняя ветвь характеристики.

Результаты расчета для каждой характеристики жесткости и величины сил тяги приведены в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что коэффициент $k_{дв}^u$ практически не зависит от характеристики упругих элементов. Коэффициент $k_{дв}^b$ при больших силах тяги также не зависит от характеристики, а при малых силах тяги с ростом жесткости увеличивается, также как и в режиме выбега. Продольные усилия в наклонных тягах и

сжатия пружин упругих элементов тяг также увеличиваются с ростом жесткости во всех рассматриваемых режимах. Отметим, что при одинаковой скорости $V = 100$ км/ч и несколько отличающихся стационарных силах тяги 42,2 кН и 38,5 кН усилия в тяге и сжатия упругих элементов $\Delta_{тх}$ совершенно не отличаются.

Таблица 3
Значения динамических показателей в зависимости от жесткости и скорости движения в режиме тяги

Динамические показатели	Номер характеристики	Скорость V , км/ч				
		5	46,1	65,2	100	100
		Сила тяги $S_{тх0}$, кН				
		140	119	111	42,2	38,5
$k_{дв}^u$	1	0,011	0,065	0,085	0,12	0,12
	2	0,011	0,064	0,084	0,12	0,12
	3	0,011	0,064	0,085	0,12	0,12
	4	0,011	0,065	0,084	0,12	0,12
	5	0,012	0,064	0,085	0,12	0,12
$k_{дв}^b$	1	0,011	0,13	0,20	0,27	0,27
	2	0,011	0,13	0,21	0,25	0,25
	3	0,011	0,23	0,20	0,30	0,30
	4	0,011	0,13	0,21	0,34	0,34
	5	0,012	0,12	0,20	0,39	0,39
$S_{тх}$, кН	1	2,3	36,1	53,0	108,8	108,8
	2	2,2	33,8	51,7	100,8	100,8
	3	2,6	38,0	53,4	113,3	113,3
	4	2,3	35,4	52,9	118,1	118,1
	5	2,6	38,1	53,5	128,5	128,5
$\Delta_{тх}$, мм	1	0,076	1,18	1,7	16,5	16,5
	2	0,095	1,47	2,2	16,6	16,6
	3	0,059	0,86	1,21	15,8	15,8
	4	0,082	1,24	1,86	14,2	14,2
	5	0,057	0,83	1,16	10,7	10,7
$S_{тх0}+S_{тх}$	1	142,3	155,1	164,0	151,0	147,3
	2	142,2	152,8	162,7	142,0	139,3
	3	142,6	157,0	164,4	155,5	151,8
	4	142,3	154,4	163,9	160,3	156,6
	5	142,6	157,1	164,5	170,7	167,0

По мере увеличения скорости движения (при уменьшении стационарных сил $S_{тх0}$) усилия $S_{тх}$ и сжатия пружин $\Delta_{тх}$ растут. В конце табл. 3 указаны суммарные значения сил в стационарном режиме и динамических добавок $S_{тх0}+S_{тх}$. На участке большой жесткости при скорости $V = 65,2$ км/ч получаются наибольшие значения сил. Это свидетельствует о том, что

положение точки излома характеристики желательно изменить в сторону увеличения граничных значений сил и перемещений, то есть удлинить участок с малой жесткостью. Как видно из табл. 3, наименьшие значения сил $S_{ТХ}$ и $k_{дв}^Б$ получаются при характеристике с наименьшей жесткостью. Такая характеристика и может быть рекомендована для электровоза ДЭ1. Его конструкция спроектирована таким образом, что имеет место удвоенная жесткость. Такой вариант отмечен как 5 в табл. 2 и 3. При такой удвоенной жесткости силы в наиболее неблагоприятном режиме при $V = 65,2$ км/ч возрастают на 11%, а $k_{дв}^Б$ при $V = 100$ км/ч увеличивается более чем в 1,6 раза.

Литература

1. Выбор конструктивных схем и определение параметров экипажной части магистрального электровоза: Отчет о НИР // Руков. Проф. Е.П.Блохин. – ДИИТ, 1993. – 108 с.
2. Типовая методика испытаний подвижного состава по воздействию на путь после изготовления или перед вводом в эксплуатацию. – М., 1990. – [Испытательный центр железнодорожной техники ВНИИЖТ МПС].
3. Клименко И.В. Нагруженность рам тележек перспективных электровозов. Дисс. на соиск. ... к.т.н. – Днепропетровск, 1994. – 163 с.