

Министерство транспорта Украины
Днепропетровский государственный технический Университет
железнодорожного транспорта

На правах рукописи

УДК 629.463.027.2.001.2

Мямлин Сергей Витальевич

**Выбор конструктивной схемы и параметров
тележки грузовых вагонов для перспективных
условий эксплуатации**

05.22.07 Подвижной состав железных дорог и тяга поездов

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Днепропетровск
1995

НТБ
ДНУЖТ

Министерство транспорта Украины
Днепропетровский государственный технический Университет
железнодорожного транспорта

На правах рукописи

УДК 629.463.027.2.001.2

Милан Сергей Витальевич

4969a
Выбор конструктивной схемы и параметров тележки грузовых
вагонов для перспективных условий эксплуатации

05.25.01 Подвижной состав железных дорог и тяга поездов

авторизован
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Днепропетровск

1996

НТБ
ДНУЖТ

Работа выполнена в Днепропетровском государственном техническом университете железнодорожного транспорта.

Научный руководитель: Заслуженный работник высшей школы
Украины, доктор технических наук,
профессор Е.П.Блюхин

Научный консультант: доктор технических наук,
профессор В.Д.Данович

Официальные оппоненты: доктор технических наук
Редько С.Ф.
кандидат технических наук
Рейдмайстер Г.В.

Ведущее предприятие: Управление Приднепровской железной
дороги

Защита состоится "27" марта 1995 г. в 14 час. в
ауд.224 на заседании специализированного Совета Д II 4.07.01
в Днепропетровском государственном техническом университете
железнодорожного транспорта по адресу: 320010, ГСП, Днепро-
петровск, ул.Академическая Левая, 2, ауд.224.

В диссертации можно ознакомиться в библиотеке института.
Автореферат разослан "25" 02 1995г.

Ученый секретарь
специализированного Совета
кандидат технических наук,
доцент



Л.В.Петрушич

НТБ
ДНУКТ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В последние годы наматилась тенденция к увеличению статической нагрузки на ось для более эффективного использования вагонного парка, повышения скорости движения для ускорения доставки грузов, что вызывает явления, ухудшающие динамику вагона и прежде всего в горизонтальной плоскости. Это приводит к снижению безопасности движения, увеличению износов ходовых частей и рельсов.

Как известно, основные детали грузовых тележек выполняются при помощи литья, имеющего значительные допуски. Взаимодействие нескольких отлитых деталей предполагает широкий диапазон зазоров между ними, что приводит к неустойчивой работе всей тележки в целом и ухудшению динамики вагона.

79692
Одним из направлений улучшения динамики вагона в горизонтальной плоскости является установка между элементами тележки дополнительных связей. Такие связи накладывают ограничения на взаимное перемещение элементов и способствуют более стабильному движению тележки. Для наиболее эффективной работы дополнительных связей, прежде всего, необходим научно обоснованный выбор конструктивной схемы тележки, имеющей такие связи, а также расчет рациональных значений параметров самих дополнительных связей.

Таким образом, проблема улучшения динамических качеств вагона, снижения износов ходовых частей и рельсов, связанная с выбором конструктивной схемы и параметров тележки грузовых вагонов для перспективных условий эксплуатации, является актуальной.

Целью работы является выбор конструктивных схем и рациональных значений параметров дополнительных связей между элементами тележки.

НАУКОВО-ТЕХНІЧНА БІБЛІОТЕКА
ДНІПРОПЕТРОВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
імені академіка В. Лазаряна

Для достижения поставленной цели требуется решение следующих задач:

- выбор конструктивной схемы тележки грузового вагона перспективной конструкции;
- разработка математической модели пространственных колебаний грузового вагона с дополнительными связями между элементами ходовых частей;
- разработка программы вычислений по определению динамической нагруженности вагона с дополнительными связями между элементами ходовых частей;
- исследование устойчивости движения вагона с тележкой перспективной конструкции;
- изготовление макетных образцов по выбранным конструктивным схемам и проведение натурных испытаний; сопоставление результатов теоретических и экспериментальных исследований;
- разработка рекомендаций по конструкции и параметрам дополнительных связей тележек грузовых вагонов.

Методика исследований. В работе применены современные методы экспериментальных исследований поперечного состава и математического моделирования пространственных колебаний и исследования устойчивости движения грузового вагона на ПЗВМ.

Научная новизна:

- разработана математическая модель пространственных колебаний грузовых вагонов с тележкой перспективной конструкции;
- исследованы пространственные колебания и устойчивость грузового вагона с тележками, имеющими дополнительные связи;
- определены динамические показатели полувагонов с макетными образцами тележек.

Достоверность полученных результатов и выводов подтверждает корректность выбранных допущений при разработке мате-

математической модели, хорошим согласованием результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Практическое значение.

Выбраны конструктивные схемы перспективных тележек. Определены рациональные значения параметров дополнительных связей тележек, улучшающие динамические качества грузового вагона.

Внедрение результатов.

Результаты исследований внедрены в Главное управление вагонного хозяйства МПС и на Приднепровской железной дороге, использованы при разработке Исходных требований на двухосную тележку грузовых вагонов для перевозки легковесных грузов и Исходных требований на двухосную тележку грузовых вагонов повышенной грузоподъемности.

Изготовлены макетные образцы тележек на базе ЦВМ-ХЗ с реализацией 4 вариантов дополнительных связей между элементами тележки.

Разработан программный комплекс, позволяющий определять влияние изменений в конструкции и параметрах дополнительных связей на динамическую нагруженность вагона.

Апробация работы.

Основные материалы работы докладывались и обсуждались на Всесоюзной конференции "Проблемы механики железнодорожного транспорта" в Днепрпетровске (1988, 1992г.г.), на Всесоюзной научно-технической конференции "Перспективы развития вагоностроения" в Москве (2-4 ноября 1988 г.), на Всесоюзной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения членкорреспондента АН СССР, доктора технических наук, профессора Н.М.Белая "Проблемы прочности материалов и сооружений на транспорте" в Ленинграде (25-26 января 1990 г.), на техниче-

ском совещании в ЦВ МПО в Москве (05 июля 1991 г.), на I Международном симпозиуме украинских инженеров-механиков во Львове (18-20 мая 1993 г.), на I3 Международном симпозиуме по проблемам автодорожных и железнодорожных экипажей в Ченьдзу Китай (26-27 августа 1993 г.), на 4-ой Конференции по динамике транспортных систем, идентификация и аномалиям в Будапеште, Венгрия (7-9 ноября 1994 г.).

Публикации. Основные результаты диссертации опубликованы 12 работах и отражены в 5 отчетах по НИР.

Структура работы. Диссертация состоит из введения, 4 глав, списка литературы из 121 названий и содержит 143 страницы машинописного текста, в том числе 94 страницы основного текста, 81 рисунок, 25 таблиц, 1 приложения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении отмечена актуальность темы исследования, указана цель работы, дана аннотация всех глав диссертации.

В первой главе приведен обзор патентной литературы, включающий порядка 200 патентов и публикаций, касающейся конструкции железнодорожных тележек, который систематизирован по основным направлениям в реализации технических решений. Перечисляются основные задачи, решаемые в диссертации.

Развитие исследований динамики вагона посвятили свои труды М.Ф.Вериге, С.В.Вершинский, В.Н.Данилов, С.М.Куценко, В.А.Лазарин, В.В.Медель, И.И.Челюков. Большой вклад в решение этой проблемы внесли и вносят П.С.Алпистов, И.В.Бириков, Е.П.Блохин, Д.П.Боронякко, А.Л.Голубенко, Л.О.Грачева, В.Д.Данович, Д.Э.Дамин, И.П.Исаев, В.А.Клизов, А.Я.Коган, А.Н.Копяев, М.Л.Коротенко, В.Н.Котураков, Н.Н.Кудрявцев, А.А. Львов, Л.А.Манешкин, С.Ф.Редько, Л.М.Резников, Д.С.Ро-

мен, А.Н.Савоськин, М.М.Соколов, Т.А.Тихонов, В.Ф.Ушakov, Л.А.Шадур, В.Н.Филиппов, А.А.Хохлов, В.Д.Хусидов, Д.М.Чермакин, а также В.Гарг, Р.Дункитцти, Н.Куперрайдер, Э.Лоу, Т.Маудайра, А.Де Патер, А.Ужаскаро и другие ученые. Богатый опыт теоретических и экспериментальных исследований в этой области накоплен во ВНИИТе, ДИИТе, МИИТе и ЛИИТе.

Проведенный обзор литературы показывает, что в настоящее время разработаны методы исследования вынужденных пространственных колебаний и устойчивости движения грузовых вагонов. Появление вагонов с дополнительными связями между элементами ходовых частей требует проведения теоретических исследований по более полным расчетным схемам. Известны работы, в которых проводились исследования колебаний вагонов с дополнительными связями между элементами ходовых частей. Однако, при этом рассматривались упрощенные расчетные схемы. Работы, в которых проводилось бы исследование устойчивости движения и вынужденных колебаний вагонов с такими дополнительными связями, неизвестны. Поэтому в данной работе основное внимание уделено разработке достаточно полной математической модели для исследования пространственных колебаний и устойчивости движения вагонов с перспективными тележками.

В связи с этим формулируется цель работы и основные этапы решения поставленной задачи.

Одним из первых тележек с радиальной установкой колесных пар были тележки, предложенные Г.Шеффелем. Ему также принадлежат и первые теоретические исследования в этой области. Последующие конструкции были уже как бы совершенствованием изобретенных Шеффелем тележек. Существующие конструкции тележек грузовых вагонов можно разделить по характерным признакам на четыре группы:

- 1) тележки с самоустанавливающимися колесными парами;
- 2) тележки с дополнительными связями между боковыми рамами;
- 3) тележки с дополнительными связями между колесными парами;
- 4) тележки с дополнительными связями между кузовом и колесными парами.

Часть тележек по конструктивному исполнению принадлежит сразу к нескольким группам.

Для дальнейшего совершенствования конструкции выбраны тележки с дополнительной связью между боковыми рамами. Рассмотрены два варианта реализации дополнительной связи между боковыми рамами: при помощи поперечных или диагональных связей; рассматриваются также связи между боковыми рамами и наддрессорной балкой. К особенностям тележки с диагональной связью боковых рам относится оригинальный способ крепления диагональных тяг. Он осуществляется путем выноса точек крепления тяг внутрь тележки при помощи кронштейнов, которые крепятся к боковым рамам. За счет этого уменьшается угол наклона диагональных тяг к продольной оси тележки, при этом увеличивается продольная жесткость соединения боковых рам. Именно в этом и заключается преимущество такого варианта конструкции тележки с диагональной связью боковых рам.

В варианте конструкции тележки, у которой боковины соединены с наддрессорной балкой, связь реализуется при помощи кронштейнов, которые крепятся одним концом к боковым рамам, а другим взаимодействуют с боковой поверхностью наддрессорной балки при помощи frictionных планок. При этом усилия от одной боковой рамы к другой передаются через кронштейны и наддрессорную балку. Этот вариант конструкции тележки прост в реализации.

Эти варианты конструкции тележки также имеют упругий

комплект с буксовым узлом, состоящий из горизонтальных и вертикальных резиновых прокладок, находящихся между корпусом буксы и боковой рамой. Все остальные элементы тележки такие же, как и в базовой тележке ЦНИИ-ХЗ.

Во второй главе предложена математическая модель пространственных колебаний грузового вагона на тележках с дополнительными связями, движущегося по реальным вертикальным и горизонтальным неровностям инерционного упруго-вязкого пути.

В данном исследовании принята расчетная схема, в которой кузов вагона, надрессорные балки, боковые рамы тележек и колесные пары представляют собой твердые тела с упруго-диссипативными связями между ними. Расчетная схема вагона состоит из 11 твердых тел. Предполагается, что в буксовом рессорном подвешивании установлены упругие прокладки. Такая расчетная схема является более общей по сравнению с типовой, имеющей центральное подвешивание.

Между телами системы имеют место следующие связи:

- кузов-надрессорная балка: пренебрегаем зазорами между пятником и пятой, поэтому относительные поступательные перемещения отсутствуют; также одинаково галопирование этих тел; вилляние и боковая качка надрессорных балок может происходить независимо от соответствующих колебаний кузова;
- надрессорная балка-боковая рама: предполагаем, что имеют место упругие связи, в результате чего возможны относительные поступательные и угловые в горизонтальной плоскости (вилляние) перемещения этих тел;
- боковая рама-колесная пара: предполагаем, что в этом узле также имеются связи, позволяющие относительные поступательные и угловые в горизонтальной плоскости (вилляние) перемещения этих тел;

- колесная пара-путь:связь предполагается двусторонней, на контакте колес с рельсами возникают силы псевдоскольжения, определяемые по теории Картера с учетом физической и геометрической нелинейностей;

- упруго-вязкие и твердотельные свойства основания пути в вертикальной и горизонтальной плоскости принимаются по гипотезе В.З.Власова.

В данной работе принимаются во внимание следующие нелинейности: силы и моменты сил сухого трения, качения кузова на пятах, зазоры между скользунами, нелинейный профиль поверхности катания бандажа, позволяющий учитывать зазор между гребнем бандажа и внутренней гранью головки рельса, нелинейная зависимость сил псевдоскольжения от величины проскальзывания и давления колес на рельс.

Обозначения тел системы приведены в табл. I.

Таблица I.

Тела системы	Перемещения					
	линейные вдоль осей			угловые относительно осей		
	X	Y	Z	θ	φ	ψ
кузов	X	Y	Z	θ	φ	ψ
надрессорные балки	x_1	y_1	z_1	θ_1	φ_1	ψ_1
основные рамы	x_{01j}	y_{01j}	z_{01j}	θ_{01j}	φ_{01j}	ψ_{01j}
колесные пары	x_{kim}	y_{kim}	z_{kim}	θ_{kim}	φ_{kim}	ψ_{kim}
рельсы	—	y_{rimj}	z_{rimj}	—	—	—

В таблице I через X, Y и Z обозначены перемещения центра масс кузова вдоль соответствующих осей, а через θ , φ , ψ - углы поворота кузова относительно главных центральных осей

инерции; аналогичные перемещения наддрессорных балок снабжены индексами i ($i=1,2$ - номер тележки), боковых рам - индексами $0ij$ ($j=1$ - левая, $j=2$ - правая сторона вагона), колесных пар - индексом kim ($m=1,2$ - номер колесной пары тележки), рельсов в точках контакта с колесами - $rimj$ (перемещения рельсовых нитей предполагается только в двух направлениях - вдоль осей Y и Z). Перемещения колес обозначаются индексом imj .

Записаны уравнения связей на основании введенных допущений об относительных перемещениях кузова и наддрессорных балок: $X_1 = X + h\varphi$, $Y_1 = Y - (-1)^i l_0 - h\theta$, $Z_1 = Z + (-1)^i l_0$, $\varphi_1 = \varphi$. Пренебрегаем также боковой качкой боковых рам $\theta_{0ij} = 0$. Углы поворота колесных пар относительно горизонтальной поперечной оси Y определены без учета проскальзывания колес и без учета относительного перемещения колесных пар и рельсов в горизонтальном поперечном направлении $\varphi_{kim} = X_{kim} / r$. Все колеса движутся без отрыва от рельсов, поэтому вертикальные перемещения рельсовых нитей равны

$$Z_{rimj} = Z_{imj} + \Delta r_{imj} - \eta_{vrimj} \quad (1)$$

$$\Delta r_{imj} = r(Y_{imj}) \quad Y_{imj} = Y_{kim} - r\theta_{kim} - Y_{rimj} - \eta_{rimj}, \quad (2)$$

где $Z_{imj} = Z_{kim} + (-1)^j b_2 \theta_{kim}$ - вертикальные перемещения колес; Y_{imj} - горизонтальные перемещения колес относительно рельсов; Δr_{imj} - изменения радиуса круга катания колес; $\eta_{vrimj}, \eta_{rimj}$ - текущие ординаты вертикальных и горизонтальных неровностей; $2l_0$ - база вагона, h - высота центра масс кузова над плоскостью опирания на упругие элементы, r - радиус среднего круга катания колеса, $2b_2$ - расстояние между кругами катания колес.

Итого получается 24 уравнения связей. Система имеет $II = 6 + 8 + 2 - 24 = 58$ степеней свободы. В качестве обобщенных координат приняты следующие величины:

$$q_1 = Z \quad q_2 = \varphi, \quad q_3 = \theta, \quad q_4 = Y \quad q_5 = \theta, \quad q_n = \theta_1 \quad (n=6,7)$$

$q_n = \beta_1 \quad (n=8,9), \quad q_n = \Phi_{01j} \quad (n=10+13), \quad q_n = Y_{01j} \quad (n=14+17),$
 $q_n = S_{01j} \quad (n=18+21), \quad q_n = \Phi_{01j} \quad (n=22+25), \quad q_n = \Phi_{kim} \quad (n=26+29), \quad (3)$
 $q_n = Y_{kim} \quad (n=30+33), \quad q_n = Z_{kim} \quad (n=34+37), \quad q_n = \Phi_{kim} \quad (n=38+41),$
 $q_n = Y_{rimj} \quad (n=42+49), \quad q_n = X_{01j} \quad (n=50+53), \quad q_n = X_{kim} \quad (n=54+57), \quad q_{58} = X$

Для составления дифференциальных уравнений колебаний системы определены взаимные перемещения тел системы, а также силы, действующие на все тела системы.

Движущийся экипаж рассматривается как механическая система, на которую действуют силы взаимодействия колес с рельсами S_{Bz1mj} . Определены известные или обобщенные силы Q_n^{Π} , входящие в правые части уравнений Лагранжа 2-го рода.

$$\begin{aligned}
 Q_{zkim}^{\Pi} &= \sum_{i=1}^2 S_{Bz1mj} & Q_{zkim}^{\Pi} &= \sum_{i=1}^2 r' (Y_{1mj}) S_{Bz1mj} \\
 Q_{0kim}^{\Pi} &= \sum_{j=1}^2 \{ (-1)^j b_2 - r r' (Y_{1mj}) \} S_{Bz1mj} & (4) \\
 Q_{ypimj}^{\Pi} &= S_{Byimj} - r' (y_{1mj}) S_{Bz1mj}
 \end{aligned}$$

Записаны выражения для взаимных перемещений боковых рам тележки при установившемся между ними дополнительных связях и сил.

- при поперечных связях $\Delta_{txim}^{\Pi} = X_{x11} - X_{x12},$
 $\Delta_{tyim}^{\Pi} = y_{011} - (-1)^m l_{\tau} \Phi_{011} - y_{012} + (-1)^m l_{\tau} \Phi_{012},$
 $\Delta_{tzim}^{\Pi} = z_{011} - (-1)^m l_{\tau} \Phi_{011} - z_{012} + (-1)^m l_{\tau} \Phi_{012},$
 $S_{txim}^{\Pi} = K_{\tau x}^{\Pi} \Delta_{txim}^{\Pi} \quad S_{tyim}^{\Pi} = K_{\tau y}^{\Pi} \Delta_{tyim}^{\Pi} \quad S_{tzim}^{\Pi} = K_{\tau z}^{\Pi} \Delta_{tzim}^{\Pi} \quad \text{и аналогично для } S_{tyim}^{\Pi}, S_{tzim}^{\Pi};$
 - при диагональных связях $\Delta_{txim}^{\Delta} = (-1)^m (X_{x11} - X_{x12}),$
 $\Delta_{tyim}^{\Delta} = Y_{y11} - (-1)^m l_{\tau} \Phi_{y11} - Y_{y12} + (-1)^m l_{\tau} \Phi_{y12},$
 $\Delta_{tzim}^{\Delta} = Z_{z11} + (-1)^m l_{\tau} \Phi_{z11} - Z_{z12} + (-1)^m l_{\tau} \Phi_{z12},$
 $S_{txim}^{\Delta} = K_{\tau x}^{\Delta} \Delta_{txim}^{\Delta} + P_{\tau x}^{\Delta} \Delta_{txim}^{\Pi} \quad \text{и аналогично для } S_{tyim}^{\Delta}, S_{tzim}^{\Delta}.$

При связях между колесными парами известные перемещения этих тел и возникающие силы имеют вид:

- при поперечных связях $\Delta_{kx1m}^{\Pi} = X_{x11} - X_{x12},$
 $\Delta_{ky1m}^{\Pi} = y_{k12} + l_{\tau} \Phi_{k12} - y_{k11} + l_{\tau} \Phi_{k11}, \quad \Delta_{kz1m}^{\Pi} =$

НТБ
ДНУЖТ

$$m_k \ddot{x}_{kim} - \sum_{j=1}^2 S_{Bz1mj} + Q_{2kim}^n + (-1)^m S_{kz1} - m_k g = 0$$

$$I_{zk} \ddot{\theta}_{kim} - b_1 \sum_{j=1}^2 (-1)^j S_{Bz1mj} + Q_{Bk1m}^n + r \sum_{j=1}^2 Y_{1mj} = 0$$

$$I_{zk} \ddot{\phi}_{kim} + b_1 \sum_{j=1}^2 (-1)^j S_{Bz1mj} - \sum_{j=1}^2 S_{B\phi1mj} + b_2 \sum_{j=1}^2 (-1)^j X_{1mj} =$$

$$\sum_{j=1}^2 M_{1mj} + l_1 S_{kz1} = 0, \quad m_k \ddot{y}_{p1mj} + Y_{1mj} + Q_{pp1mj}^n = 0, (i, m, j = 1, 2)$$

В этих уравнениях S_{z1im} , S_{Bz1mj} — силы в центральном и буксовом рессорном подвешивании, X_{1mj} , Y_{1mj} — силы pseudоскольжения, определяемые по теории Картера.

Решение системы дифференциальных уравнений (5) производится совместно с уравнениями для кузовов и надрессорных балок с помощью специально разработанной программы для ЭЭМ.

В третьей главе приводятся результаты исследования устойчивости движения и вынужденных колебаний вагона с дополнительными связями.

Жесткости поперечных и диагональных связей между боковыми рамами K_{xy}^H и K_{yx}^H не оказывают влияния на устойчивость движения, а с увеличением жесткости K_{yx}^H от 100 до 400 кН/м растут критическая скорость и запас устойчивости движения. При увеличении жесткости K_{yx}^H свыше 200 кН/м критическая скорость движения растет неограниченно. Таким образом, увеличение жесткости связей, препятствующих забеганию боковых рам, увеличивает критическую скорость движения и повышает запас устойчивости движения.

Увеличение жесткости диагональных связей между колесными парами также ведет к росту критической скорости и запаса устойчивости движения.

НТБ
ДНУЖТ

При исследовании вынужденных колебаний вагона при его движении по прямолинейным и криволинейным участкам пути установлено, что введение поперечных связей между боковыми рамами жесткостью $K_{\text{тх}}^{\text{п}} = K_{\text{тз}}^{\text{п}} = 100 + 3000 \text{ кН/м}$, $K_{\text{ту}} = 100 + 400 \text{ кН/м}$ существенно уменьшает горизонтальную динамику, но несколько увеличивает вертикальное воздействие на путь. Улучшение горизонтальной динамики тем больше, чем выше скорость движения и чем выше жесткость поперечных связей $K_{\text{тх}}^{\text{п}}$, которая способствует уменьшению забегания боковых рам в 4.1 раза для вагона с $P_{\text{ос}} = 25 \text{ Тс}$ при $K_{\text{тх}}^{\text{п}} = 3000 \text{ кН/м}$ и скорости движения 100 км/ч .

Диагональные связи между боковыми рамами с жесткостью $K_{\text{тх}}^{\text{д}} = 1200 + 3600 \text{ кН/м}$, $K_{\text{ту}}^{\text{д}} = 100 \text{ кН/м}$, $K_{\text{тз}}^{\text{д}} = 450 + 5400 \text{ кН/м}$ улучшают горизонтальную динамику (а улучшения тем больше, чем выше скорость движения и жесткость этих связей) и способствуют уменьшению забегания боковых рам, которое для вагона с $P_{\text{ос}} = 25 \text{ Тс}$ при отсутствии диагональных связей достигает 11 мм , а при наличии диагональных связей - 2.3 мм ($K_{\text{тх}}^{\text{д}} = 3600 \text{ кН/м}$, $K_{\text{ту}}^{\text{д}} = 100 \text{ кН/м}$, $K_{\text{тз}}^{\text{д}} = 5400 \text{ кН/м}$, скорость движения $v = 100 \text{ км/ч}$), т.е. уменьшается в 4.8 раза.

Для вагона, имеющего диагональные связи между колесными парами, можно сделать такой вывод: наличие этих связей уменьшает динамические воздействия в горизонтальной плоскости и перекачку кузова вагона, но (в меньшей мере) увеличивает вертикальное воздействие вагона на путь.

Рассмотрено такое сочетание дополнительных связей.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальных исследований. С участием автора были разработаны конструктивные схемы опытных тележек, сделаны чертежи, выполнены необходимые расчеты, изготовлены тележки, разработаны и утверждены программы испытаний. Работа выполнялась по заказу

Главного управления вагонного хозяйства МПС. На основании программы испытаний объектами исследования определены тележки, разработанные на базе тележки модели ИВ-100 (ЦНИИ-ХЗ). Конструктивные схемы этих модернизированных (опытных) тележек разработаны с учетом опыта, накопленного при проведении теоретических исследований, в результате которых установлено, что для улучшения динамических качеств тележек необходимо уменьшить забегание боковых рам. В связи с этим в конструкцию внесены изменения, реализованные в следующих типах опытных тележек:

- тележка с поперечными связями между боковыми рамами;
- тележка с диагональными связями между боковыми рамами;
- тележка со связями между боковыми рамами и наддрессорной балкой.

Монтаж несъемных дополнительных элементов осуществлен на четырех тележках ЦНИИ-ХЗ, две из них, имеют упругие элементы в буксовых узлах; остальные две имеют стандартный буксовый узел.

При движении полувагонов по прямым участкам пути и кривым радиусом 600 и 300 м со скоростями в диапазоне 40 - 120 км/ч определялись величины, характеризующие динамические качества полувагонов, с установлением степени влияния на них конструктивных изменений опытных тележек по сравнению с серийной.

Установлено, что рассмотренные варианты изменения конструкции тележек снижают значения рамных сил по сравнению с типовым вагоном. Это снижение увеличивается с ростом скорости движения вагона. Введение дополнительных связей также снижает величину углов поворота тележки относительно кузова и забегание боковые.

Анализ динамических дозвоек вертикальных сил показал, что на их величину мало влияет введение в конструкции тележек дополнительных связей.

ВЫВОДЫ

Проведенные патентные исследования конструктивной схемы тележек для перспективных грузовых вагонов, выполненные расчеты жесткостных параметров дополнительных связей, теоретические исследования устойчивости движения вагонов и вынужденных колебаний на прямолинейных и криволинейных участках пути, в том числе и по пути с реальными неровностями, проведенные натурные испытания позволили сделать следующие выводы:

Разработана математическая модель, предназначенная для исследования устойчивости движения вагонов, пространственных колебаний вагонов при их движении по вертикальным и горизонтальным неровностям инерционного упруго-вязкого пути на прямолинейных и криволинейных участках с учетом установки упругих элементов в буксовых узлах, дополнительных поперечных либо диагональных связей между боковыми рамами одной тележки, дополнительных диагональных связей между колесными парами одной тележки, а также дополнительных связей между кузовом и колесными парами.

2. Анализ динамических качеств вагонов производился по динамическим показателям, в качестве которых принимались коэффициенты вертикальной и горизонтальной динамики обрессоренной и необрессоренной части вагона, динамики пути, вертикальные и горизонтальные ускорения пятников кузова вагона, перевалы кузова относительно тележек, боковые силы, боковой откос и влияние колесных пар, забегание боковины, влияние тележек относительно кузова.

3. Рассмотрены колебания грузовых вагонов с перспектив-

НАУКОВО-ТЕХНІЧНА БІБЛІОТЕКА
ДІПЛОМАТОВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
ІМЕНІ АКАДЕМІКА В. ЛАЗАРЯНА

4969a

15. Определение динамической нагруженности четырехосных цистерн на типовых и перспективных тележках в условиях эксплуатации и при повышенных скоростях движения (ходовые испытания цистерн на тележках типа 50-100 при различных уровнях заполнения жидкостью). ДИИТ ИТМ АН УССР. Днепропетровск, 1988. - 175 с.
16. Савчук О.М., Демчи Д.В., Коротецько М.Л., Мехов Д.Д., Мямлин О.В. Результаты ходовых (динамических) испытаний цистерн с тележками перспективной конструкции // Динамика и прочность железнодорожного поезда. Мазузов.об.научн. тр. - Днепропетровск, ДИИТ, 1991. - С.21-25.
17. Ходовые (динамические) испытания полувагонов с опытными тележками: (отчет) / ДИИТ, ЖТР 01900030849; Инв. 1000377 - Днепропетровск, 1991, - 152 с.

Мямлин О.В. Автор конструкційної схеми і параметрів візка вантажних вагонів для перспективних умов експлуатації. Дисертація на здобуття вченої ступені кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.07 - рухомий склад залізниць та тяга поїздів, Дніпропетровський державний технічний університет залізничного транспорту, Дніпропетровськ, 1995.

Захидається 16 наукових робіт і 1 авторське свідоцтво, які містять дослідження конструкційних схем візків вантажних вагонів із додатковими зв'язками між елементами ходових частин. Проведені теоретичні та експериментальні дослідження вагонів в таких зв'язках. Розроблена оригінальна конструкція. Для проведення теоретичних досліджень розроблена математична модель просторових коливань вантажного вагона, яка дозволяє досліджувати отіаїють руху і динаміку вагона з додатковими зв'язками при його руху по реальним нерівностям інерційної пружно-в'язкої колії. Виконані числові розрахунки. Результати теоретичних і експериментальних досліджень порівнянні між собою і добре узгоджуються. Визначені раціональні значення параметрів додаткових зв'язків ходових частин.

3.4. The choice of the design scheme and the conditions of exploitation of the freight wagons bogie for the perspective conditions of exploitation.

Dissertation on academic degree candidate of technical science according to speciality 05.03.07 rolling-stock and traction trains, Dnepropetrovsk, 1995.

16 science works and 1 patent are defended, which contain the patent research of the existing models for the freight car bogies with additional linkages between the elements of their chassis has been performed. The theoretical and experimental of the wagons with such linkages have been carried out. The original design has been developed. In order to perform the theoretical research, the model of the three-dimensional vibrations of a freight wagon, allowing to investigate its dynamics during the motion along the real inert elasto-viscous track, has been created. The numerical calculations have been performed. The stability of the wagon's free motion and its dynamics with such linkages have been studied. The results of the theoretical and experimental investigations have been compared, and the good agreement between them has been achieved. The rational values parameters of the additional linkages have been determined.

Ключові слова:

динамічна навантажувальність, додатковий зв'язок, раціональні параметри.

Вибір конструктивної схеми параметрів візка виїзних
вагонів для перспективних умов експлуатації

05.22.07. Рухомий склад залізниць та тяга поїздів

Підписано до друку 20.02.96. Формат 60х84/16. Папір для
розміювальних апаратів. Друк офсетний. Ум. друк. арж. 1,3.
Одн. вид. арж. 1 00. Тираж 100. Зам. 1 00 безкоштовно.

Ділянка оперативної поліграфії ЛДТУЗТ

320700, ГСП, Дніпропетровськ, 10, вул. Акад. Б. А. Лазаренко, 2

нет стр. 18-21

Сканировала Юнаковская В. В.

НТБ
ДНУЖТ