



**Марат
Иванович
Глушко**
Marat I.
Glushko



**Александр
Николаевич
Антропов**
Aleksandr N.
Antropov



**Татьяна
Анатолевна
Антропова**
Tatiana A.
Antropova

Вагон и инновационная тележка

Railcar and innovative bogie

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы взаимодействия элементов рессорного комплекта и проведен анализ особенностей трехэлементной тележки. Приводятся инновационные предложения, направленные на совершенствование конструкции тележки с целью снижения изнашиваемости фрикционных поверхностей.

Ключевые слова: фрикционный клин, расчетная схема, надрессорная балка, узлы трения, гаситель колебаний.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-46-49

Summary

The article deals with the interaction of spring kit elements and analyses specific features of a three-piece bogie. Innovative proposals are offered aimed at improving the bogie design in order to reduce the wear of friction surfaces.

Keywords: friction wedge, structural design, bolster, friction units, damper.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-46-49

Авторы Authors

Марат Иванович Глушко, д-р техн. наук, Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: pto-v@bk.ru | **Александр Николаевич Антропов**, канд. техн. наук, старший научный сотрудник Уральского отделения ВНИИЖТ, Екатеринбург; e-mail: antropovan@mail.ru | **Татьяна Анатольевна Антропова**, старший преподаватель кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург; e-mail: t-an-antropova@mail.ru

Marat Ivanovich Glushko, DSc in Engineering, Professor, Electric Traction Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: pto-v@bk.ru | **Aleksandr Nikolaevich Antropov**, PhD in Engineering, Senior Researcher at VNIIZhT Ural Branch, Ekaterinburg; e-mail: antropovan@mail.ru | **Tatiana Anatolievna Antropova**, Senior Lecturer, Design and Operation of Automobiles Department, Ural State University of Railway Transport (USURT), Ekaterinburg; e-mail: t-an-antropova@mail.ru

При разработке типажа грузовых вагонов нового поколения значительное внимание уделяется разработке тележки улучшенной конструкции с усовершенствованной системой рессорного подвешивания с использованием безремонтных конструкций естественных пар трения в течение пробега до капитального ремонта, обеспечивающих увеличение межремонтных сроков службы трущихся деталей с 400–500 тыс. км до 1 млн км. Приведенные требования вполне логичны, поскольку, по словам вице-президента ОАО «РЖД», за основную часть нарушений безопасности движения ответственность лежит на вагонном комплексе, его доля в общем количестве составляет 85 % [4].

Курс на совершенствование

Одна из важных задач состоит в том, чтобы уменьшить работу на износ основной фрикционной пары «колесо — рельс». Безусловно, активатором износа являются ходовые части подвижного состава, поэтому актуальной задачей является совершенствование ходовых частей, в первую очередь тележки грузового вагона. Отсюда определяются принципиальные требования к трехэлементной тележке — обеспечение всеми ее узлами межремонтного пробега не менее 1 млн км.

На основе трех элементов и предъявленных критериев был разработан типажный ряд инновационных тележек с повышенной осевой нагрузкой 25 тс (тележка модели 18-9800, тележка «Барбер» модели 18-9855) и 27 тс (тележка модели 18-9828). Ранее была разработана также тележка модели 18-578, инновационным элементом которой стали удивительные скользящие с несимметричным расположением упругой и катковой опор на наддрессорной балке. Невозможно найти объяснение такой конструкции при общей симметрии тележки. Также нет единого названия клинового узла — в источниках он называется по-разному: клиновый амортизатор [1], фрикционный гаситель колебаний [2], клиновый гаситель колебаний [3], фрикционный демпфер [5].

По уровню динамического воздействия вагоны нового поколения не должны превосходить значений, установленных для вагонов эксплуатируемого парка. Выполнение этого требования стало рекламным брендом тележки модели 18-9800. По мнению разработчиков, за счет радиальной установки колесных пар в кривых участках пути получено снижение бокового воздействия вагона на 20–30 % относительно вагона на тележках модели 18-100. Данное утверждение требует пояснения, ведь боковое воздействие определяется только центробежной силой, действующей в кривых пропорционально массе вагона.

Внимание фрикционным узлам

К основным фрикционным узлам, от которых требуется увеличение межремонтных сроков, в первую очередь следует отнести фрикционный гаситель колебаний, пятник — подпятник, колесные пары.

Как свидетельствуют результаты исследований [7], величина и нестабильность сил трения в рессорном подвешивании оказывают существенное влияние на плавность хода вагона. Уменьшение на 40 % реализуемой в гасителях колебаний силы трения из-за износа трущихся поверхностей почти не сказывается на ускорении кузова при движении вагона со скоростью до 70 км/ч. При увеличении скорости происходит значительное увеличение амплитуды ускорения кузова, и колебания приобретают характер биений. При скорости движения 100 км/ч уменьшение коэффициента относительного трения с 8 до 5 % приводит к повышению ускорения кузова с 0,44 g до 0,64 g.

Уровень динамического воздействия определяется статическим и динамическим прогибом пружинного комплекта тележки с учетом соответствующего выбора фрикционных узлов гашения вертикальных и горизонтальных колебаний. Для анализа работы фрикционного узла тележки требуется системный подход, с помощью которого рассматривается взаимодействие составляющих деталей: наддрессорной балки, клиньев и фрикционных планок боковых рам тележки (рис. 1). Каждая тележка содержит два фрикционных гасителя колебаний, а каждый гаситель — четыре пары плоских фрикционных поверхностей.

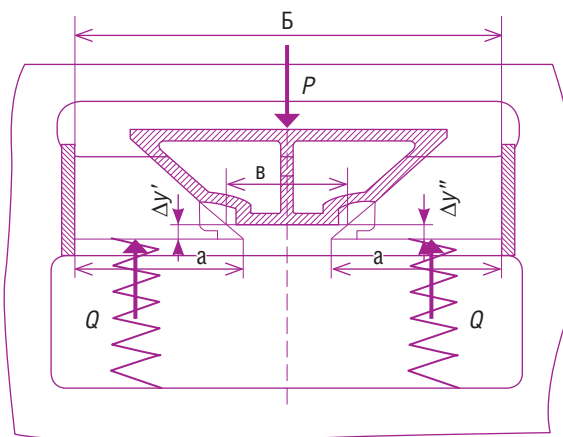


Рис. 1. Взаимное расположение наддрессорной балки и клиньев:
 a — длина основания (полнота) фрикционного клина;
 B — расстояние между фрикционными планками; b — размер базовый для определения износа наклонных плоскостей;
 $\Delta y'$ — занижение левого клина; $\Delta y''$ — занижение правого клина;
 Q — усилия пружин; P — нагрузка от кузова вагона, приходящаяся на один гаситель колебаний

Отклонение сборочных размеров вследствие допусков для одной боковины приводит к нарушению параллельности контактных поверхностей, что усугубляется монтажом фрикционного узла второй боковины. Правильный выбор должен быть основан на результатах ранее проведенных исследований применяемых клиновых гасителей колебаний. Базой исследований ранее принимали расчетную схему клина по И. И. Челнокову [3], представленную на рис. 2.

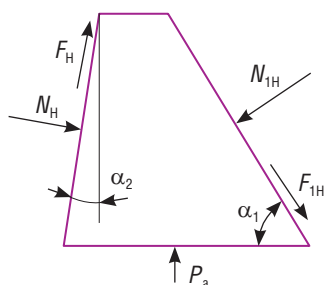


Рис. 2. Расчетная схема клина:
 N_n, N_{1n} — воздействие нормальных давлений на поверхности клина; P_a — сила реакции подклиновой пружины;
 F_n и F_{1n} — силы трения между трущими поверхностями;
 α_1, α_2 — угол наклона поверхности трения

Применяемые расчетные схемы не учитывают условия взаимодействия контактных поверхностей и возможные места приложения сил (принято прилагать силы посередине площадок). В эксплуатации наблюдается неравномерный износ фрикционных поверхностей гасителя колебаний тележки модели 18-100, и с помощью применяемой упрощенной схемы с упорядоченным приложением сил этого не объяснить. Зачастую при анализе фрикционного взаимодействия деталей вагона данный контактный узел (фрикционный клин — фрикционная планка — наклонная поверхность наддрессорной балки) рассматривают изолированно от других деталей центрального рессорного подвешивания, с которыми он связан и которые непосредственным образом влияют на характер его работы. Боковина защищена от износа накладной фрикционной планкой, а принятая расчетная конфигурация клина приводит к износу наклонных контактных поверхностей наддрессорной балки и клина.

Примером последствия от подобного приема выбора расчетной схемы фрикционного взаимодействия может служить разработка ошибочной теории, которая за причину схода подвижного состава принимала вкатывание гребня колеса на головку рельса.

Фрикционный гаситель колебаний

В общем случае необходимо исходить из того, что при сборке гасителя колебаний контакт обычно происходит отдельными гранями клина, как это представлено в расчетной схеме фрикционного узла на рис. 3, а. Кроме того, анализ проводится при условии, что износ

наклонной поверхности наддрессорной балки недопустим, а это достигается параллельной установкой фрикционных планок и изменением конфигурации клина ($\alpha_2 = 0$). На рис. 3, б представлены также результаты расчетов усилий при кромочном взаимодействии стандартного клина в зависимости от величины усилия пружины клина Q , определяемой прогибом наддрессорной балки. Возможные различия контакта деталей клинового гасителя колебаний приводят к соответствующему варианту их силового взаимодействия. Таким образом, относительное расположение деталей клинового гасителя колебаний определяет кромочный контакт клина и характер неравномерного износа фрикционной планки и клина. Различие в относительном расположении рассматриваемых деталей вызывает также изменение расположения наддрессорной балки, вызванное дополнительной деформацией под действием нагрузки от кузова.

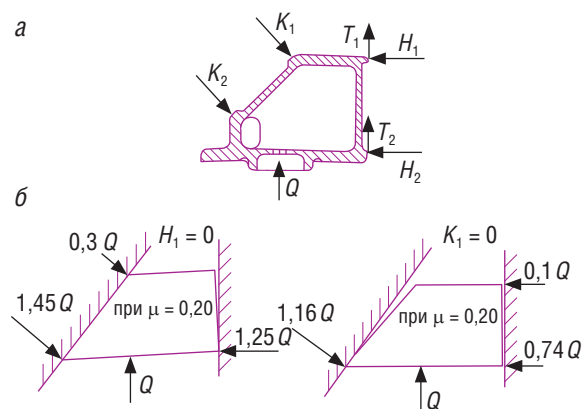


Рис. 3. Схемы клина:
 а — применяемая расчетная; б — силового взаимодействия;
 N_1, N_2 — силы взаимодействия фрикционного клина с фрикционной планкой; K_1, K_2 — силы взаимодействия фрикционного клина с наддрессорной балкой; T_1, T_2 — силы трения между вертикальной поверхностью клина и фрикционной планкой; μ — коэффициент трения; Q — сила взаимодействия фрикционного клина с пружинным комплектом

Для равномерного износа деталей фрикционного гасителя колебаний требуется обеспечить приблизительное равенство усилий, передающихся на фрикционную планку от кромок клина. Это возможно выполнить передачей усилия от наклонной поверхности наддрессорной балки на контактную поверхность клина, выполненную в виде специальной опорной грани, и установкой накладной фрикционной планки. Конструктивное исполнение такого клина представлено на рис. 4. Расстояние h приложения усилия K от наддрессорной балки на клин с принятым углом наклона контактных поверхностей 45° определяется расчетами: для обычного клина расстояние $h = 60$ мм; для клина с удлиненной вертикальной поверхностью $h = 80$ мм. В представленном виде при пересечении действующих усилий в одной точке клиновой гаситель колебаний обеспечит равномерное

распределение давления на фрикционную планку боковины и сменную накладную планку клина, а значит, равномерный износ контактных поверхностей.

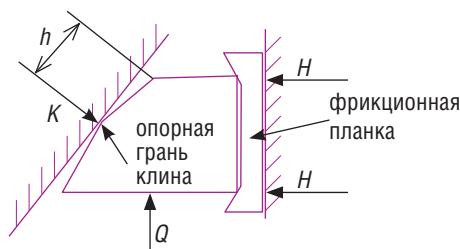


Рис. 4. Предлагаемая конструкция клина

Введение кромочного контакта при расчетах позволяет выявить действительную нагрузку рассматриваемого фрикционного узла и определить характер распределения удельной нагрузки на поверхность контакта по величине кромочных усилий. Введение контакта наддрессорной балки на специальную упорную грань клина не вызовет дополнительного износа, ведь такой контакт фактически реализуется при сборке тележки.

При ремонте тележки требуется производить подбор фрикционных клиньев по размеру «а» (полнота клина) в зависимости от размера «Б» (расстояние между фрикционными планками боковой рамы) и размера «в» наддрессорной балки (рис. 1). После сборки и подкатки под вагон тележек модели 18-100 при деповском ремонте завышение хотя бы одного фрикционного клина относительно нижней опорной поверхности наддрессорной балки не допускается, а занижение должно составлять не более 12 мм. При капитальном ремонте фрикционные клинья одного рессорного подвешивания должны быть занижены относительно нижней опорной поверхности наддрессорной балки на 4–12 мм. Размер определяется как средняя величина измерений уровней правого и левого клиньев рессорного комплекта относительно опорной плоскости наддрессорной балки. Клин должен прилегать к наддрессорной балке по всей наклонной поверхности. Очевидно, что каждый плановый ремонт вагона должен обеспечивать нормальные условия для работы клинового гасителя колебаний [6].

Способ монтажа гасителя колебаний

Отсюда следует однозначный вывод: для плановых видов ремонта вагонов должны быть установлены единые нормативы по расположению клиньев в гасителе колебаний, а проверка расположения клиньев должна производиться до подкатки тележки под вагон следующим образом: в середину рессорного проема боковых рам устанавливаются только опорные стойки, соответствующие по высоте контрольной пружине; на стойках располагаются поперечные направляющие для подвижной линейки, с помощью которой определяются расстояния от наклонных поверхностей наддрессорной балки до поверхности фрикционных планок. По среднему значению измеренных расстояний подбирают клинья одинаковой полноты или толщины фрикционной прокладки, что исключает необходимость контроля «завышения» и «занижения» клиньев после подкатки под вагон. У собранной тележки проверяют относительное расположение деталей и в случае соответствия установленным нормативам завершают сборку вагона. При этом контроль тележки должен быть дополнен проверкой относительного расположения верхней поверхности клиньев и верхней кромки фрикционной планки. Такая операция необходима для нормальной работы авторежима и правильной установки грузового режима торможения. Предлагаемое усовершенствование клинового гасителя колебаний тележки грузового вагона и способ проверки сборки клинового гасителя колебаний решают поставленную задачу повышения межремонтного срока службы изнашивающихся деталей.

Аналогичные результаты могут быть получены в отношении фрикционного поглощающего аппарата, действие которого также определяют идеализированной расчетной формулой с назначенным распределением действующих сил и полным взаимодействием фрикционных поверхностей, которого не добиться в применяемой конструкции [1]. Нормальную работу и равномерный износ деталей фрикционного поглощающего аппарата можно достичь только при воздействии на каждый клин отдельной пружины. **ИТ**

Список литературы

1. Вагоны / М. В. Винокуров, Л. А. Шадур, П. Г. Проскурнев и др. ; под ред. М. В. Винокурова. — 2-е изд. — М. : Трансжелдориздат, 1953. — 704 с.
2. Вагоны : учебник для техникумов железнодорожного транспорта / Пастухов И. Ф. и др. ; под ред. В. В. Лукина. — М. : Транспорт, 1988. — 280 с.
3. Вагоны: конструкция, теория, расчет : учеб. для вузов ж.-д. транспорта / под ред. Л. А. Шадура. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Транспорт, 1980. — 439 с.
4. Когда урок не идет впрок // Гудок. — Вып. № 124 (25793). — 2015. — 21 июля.
5. Лазарян В. А. Динамика вагонов. — М. : Транспорт, 1964. — 256 с.
6. РД 32 ЦВ 052–2009. Ремонт тележек грузовых вагонов с бесконтактными скользунками. — URL: http://www.ldz.lv/sites/default/files/05_KV_Padome_52_1%20p_p.p.%2031_A.pdf.
7. Соколов М. М., Третьяков А. В., Морчиладзе И. Г. Контроль динамики железнодорожного подвижного состава. — М., 2007. — 358 с.