



**Марат
Иванович
Глушко**
Marat I.
Glushko



**Александр
Николаевич
Антропов**
Aleksandr N.
Antropov



**Татьяна
Анатольевна
Антропова**
Tatiana A.
Antropova

Вагоны. Возможности совершенствования

Railcar. Possibilities for improvement

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы взаимодействия узлов опирания кузова вагона на ходовые части и проведен анализ особенностей трехэлементной тележки. Разработаны рекомендации по сборке тележки и вагона.

Ключевые слова: фрикционные поверхности, вагон, устойчивость, узлы трения, скользун.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-53-56

Summary

The article deals with the interaction of car body supporting units resting on running gear; specifics of a three-piece bogie are analyzed. Recommendations for the assembly of bogie and car are given.

Keywords: friction surfaces, train, resistance, friction units, bearer.

DOI: 10.20291/2311-164X-2015-4-53-56

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

Метод сборки тележки

В эксплуатации обычно наблюдается повышенный износ гребня одного колеса колесной пары тележки, что является свидетельством ее перекаса. Для выяснения и устранения причин повышенного износа гребней следует перейти от принятой хаотичной сборки к монтажу инновационных тележек на кондукторе с предварительным размещением колес соответственно базе тележки. Правильность монтажа необходимо подтвердить специальной контрольной меткой расположения колесных пар относительно рамы тележки. Контроль расположения колесных пар в тележке позволит судить о характере влияния динамических факторов в эксплуатации.

Сборка вагона

Кромочное взаимодействие плоских фрикционных поверхностей обычной тележки может проявиться при сборке вагона. Принцип неопределенности расположения наддрессорной балки дополняется проявлением такого же принципа относительно расположения плоских опорных поверхностей пятников кузова вагона. Если перекас плоских поверхностей узлов «пятник – подпятник» на вагоне в поперечном направлении компенсируется пружинными комплектами тележек, то несовпадение поверхностей в продольной плоскости приводит пятник и подпятник в состояние кромочного контакта. Такое взаимодействие провоцирует появление повышенных динамических колебаний кузова вагона относительно пути. Применение опорной грани на контактной поверхности клина позволит избежать перекаса в узле «пятник – подпятник» и устранить всякую возможность проявления «отрицательной» динамики.

Полное прилегание контактных поверхностей узла «пятник – подпятник» старались обеспечить с помощью поверхностей особой конфигурации («сферический пятник» [1]), однако требуемое при монтаже совпадение осей пятника и подпятника не позволило достигнуть ожидаемого результата [2].

Скользуны

Действие предлагаемой конструкции в качестве компенсатора для требуемой сборки кузова вагона и тележек устраняет необходимость применения боковых опор (скользун). Переход контакта кузова на скользуны свидетельствует о недостаточной способности узла «пятник – подпятник» воспринимать опрокидывающий момент от действия центробежной силы. Для выяснения роли боковых опор кузова важно рассмотреть поперечную устойчивость экипажа в целом. На рис. 1 представлена расчетная схема экипажа, в которой ку-

зов 1 вагона опирается пятником 2 на тележку 3 вагона, а тележка колесами располагается на рельсовом основании 4. По вертикали на пятники тележек действует вес кузова вагона Q_k , на рельсы действует вес вагона Q_b [3].

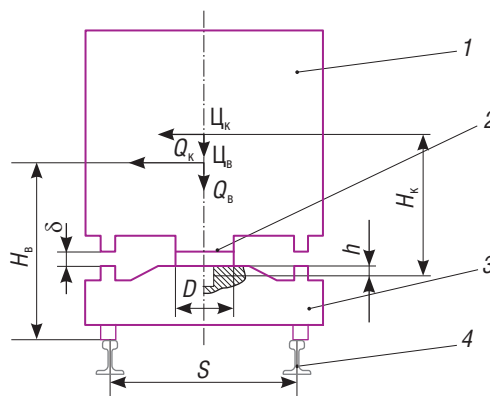


Рис. 1. Схема проверки устойчивости экипажа

При движении вагона в кривых участках пути на кузов действует опрокидывающий момент от действия

центробежной силы $\frac{Q_k V^2}{g R} H_k$.

Условие устойчивости кузова от опрокидывания относительно пятника:

$$\frac{Q_k V^2}{g R} H_k \leq Q_k \frac{D}{2}. \quad (1)$$

Аналогичное условие устойчивости вагона от опрокидывания в рельсовой колее:

$$\frac{Q_b V^2}{g R} H_b \leq Q_b \frac{S}{2}. \quad (2)$$

Если исходить из граничного равновесия, то одинаковые условия устойчивости кузова и вагона будут определяться простым соотношением

$$\frac{H_b}{H_k} = \frac{S}{D}. \quad (3)$$

После подстановки конкретных значений ($S = 1520$ мм, $D = 300$ мм) получим выражение $H_b/H_k = 5$, из которого следует, что потеря устойчивости всегда начинается с кузова. Поэтому под кузов вагона подставляют скользуны, обрекая узел «пятник – подпятник» на кромочный контакт и повышенный износ.

Между тем боковой опоре кузова уделяется необъяснимое внимание. Согласно нормативным документам по ремонту тележек грузовых вагонов [4], требуется, чтобы при проверке суммарный зазор δ между скользунами тележки и рамой вагона в сумме, с обеих

сторон каждого конца вагона, был не менее 6 мм и не более 16 мм для всех типов четырехосных вагонов, кроме цистерн, вагонов-хопперов для зерна, цемента, минеральных удобрений, окатышей, хопперов-дозаторов ЦНИИ-ДВЗ, зазоры у которых при плановых видах ремонтов должны быть в пределах 4–10 мм, а у хопперов других типов и думпкарсов зазор между скользунками должен быть в пределах 6–12 мм.

Отсутствие зазоров между скользунками, расположенными по диагонали, не допускается. Величина суммарного зазора по диагонали должна быть не менее 6 мм.

Для регулирования зазоров применяют регулировочные прокладки из листовой стали толщиной 1,5–5,0 мм в количестве не более четырех.

Затем были изобретены *упруго-фрикционные* скользунки и упругие скользунки с *антифрикционными* фторопластовыми накладками. Такие упругие узлы уже не подвластны нормативным зазорам РД.

Применяемые нормативы и конструкция не соответствуют реалиям. Поскольку в конечном итоге опрокидывающий момент воспринимается пружинно-рессорным комплектом, то передачу момента можно поручить узлу «пятник — подпятник» и таким способом избавиться от боковых опор. Рис. 1 поясняет также принципиальную конструкцию предлагаемого узла «пятник — подпятник». Сущность конструкции узла состоит в увеличенной глубине h подпятника, при которой извлечение пятника диаметром D из посадочного места возможно только после его вертикального перемещения. Надежность выбранного соединения определяется соотношением глубины h подпятника и зазора $\dot{\epsilon}$ между цилиндрическими поверхностями пятника и подпятника. Условие назначения зазора для реализации надежного соединения:

$$\dot{\epsilon} \leq \sqrt{D^2 + h^2} - D. \quad (4)$$

При выборе минимального зазора устойчивость тележки без скользунков определяется только поперечной устойчивостью всего вагона, а кольцевое пространство между цилиндрическими поверхностями пятника и подпятника, определяемое зазором, будет служить резервуаром смазки для фрикционных поверхностей.

Средство от износа гребня

Поперечная сила возникает при движении экипажа в кривой, и причиной является центробежная сила [5]. Для компенсации ее действия в кривых устраивают возвышение наружного рельса h_p с учетом радиуса R кривой и назначенной среднестатистической скорости движения V_p . При такой скорости движение считается равновесным, особенность его состоит в отсутствии поперечной силы между гребнем колеса и боковой поверх-

ностью головки рельса, что исключает изнашивание гребня колеса и головки рельса. Чтобы снизить износ профиля катания колес, инновационная тележка должна двигаться в кривой с установленной скоростью V_p , величина которой определяется по формуле

$$V_p = 0,28\sqrt{Rh_p}. \quad (5)$$

Полностью соблюдать равновесное движение практически невозможно, поэтому для кривой устанавливается некоторый коридор реализуемой скорости движения.

Направление совершенствования

Эта трехэлементная тележка порождает немало сомнений. Возможно, стоит отказаться от ведомственного клонирования тележки 18-100 вагоностроительными предприятиями и приступить к разработке реальной инновационной модели на основе реальных инновационных предложений с учетом накопленного печального опыта разработок и эксплуатации. Ведь очевидно, что колеса не могут соблюдать одинаковое качение, располагаясь на одной оси, которая сковывает их самостоятельность. Нужно предоставить им некоторую свободу за счет независимого качения, устранив диктат оси, принуждающей их к проскальзыванию при движении в кривых. Такое решение вполне возможно, и оно придаст тележке целый пакет положительных свойств: отсутствие буксового соединения и размещение подшипников в ступице колеса; внутреннее расположение боковин с опорой на оси, которые несут силовую нагрузку, не подвергаясь вращению; повышение усталостной прочности оси за счет устранения знакопеременной нагрузки; доступность тормозных колодок при их наружном расположении; уменьшение веса и габарита самой тележки.

Но практически такие планы невыполнимы на общем фоне состояния вагонного хозяйства по следующим причинам:

- вагоны разрабатывают и изготавливают вагоностроительные заводы; откуда у них может появиться интерес к инновационным предложениям, если выставляют на продажу готовую продукцию и ее покупают частные владельцы без интереса к конструктивным особенностям;
- приобретают вагоны частные предприниматели (операторы); покупатели покупают вагоны по выгодной цене, а инновационные решения стоят слишком дорого;
- техническое обслуживание и эксплуатацию реализует перевозчик — ОАО «РЖД»; перевозчику важна надежность вагона, при которой снижаются эксплуатационные расходы, однако вагоны им не принадлежат, приходится вводить ограничения на допуск к инфраструктуре.

На Центральную дирекцию инфраструктуры (ЦДИ) приходится 87 % от общего объема текущего отцепочного ремонта (ТОР) грузовых вагонов, за качество которого и безопасность дальнейшего движения несет ответственность ОАО «РЖД». Управление вагонного хозяйства ЦДИ решило применить системный подход к ремонту в рамках реализации пилотного проекта «Технический аудит вагоноремонтных предприятий». На выполнение ТОР широко практикуется заключение централизованных договоров между ЦДИ и владельцами подвижного

состава при 100%-ной предоплате. Прорабатываются механизмы выставления дополнительных счетов в середине месяца, если первоначальной суммы аванса не хватило на объем ремонтируемых вагонов. Между тем в результате ряда проверок выясняется, что в ремонт отцепляются вагоны, состояние которых не требует выполнения ТОР. И никого из перечисленных игроков транспортного рынка не сможет заинтересовать такой товар с непостижимыми результатами, как инновационные предложения. Не те компетенции на руках у игроков. **ИТ**

Список литературы

1. 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.
2. Глушко М. И., Фетисова Н. Г. Теорема тележки // Инновационный транспорт. — 2014. — № 3. — С. 13–15. — ISSN 2311–164X.
3. Лазарян В. А. Динамика вагонов. — М. : Транспорт, 1964. — 256 с.
4. 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.%2031_A.pdf.
5. Соколов М. М., Третьяков А. В., Морчиладзе И. Г. Контроль динамики железнодорожного подвижного состава. — М., 2007. — 358 с.