

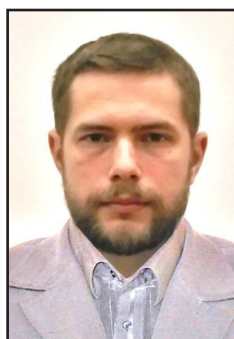


Модернизация грузовых тележек: установка поперечной связи



Геннадий ПЕТРОВ
Gennady I. PETROV

Никита ЧЕРНЯЕВ
Nikita Yu. CHERNYAEV



Михаил МЕЩЕРЯКОВ
Mikhail A. MESHCHERYAKOV

Петров Геннадий Иванович — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Вагоны и вагонное хозяйство» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ), Москва, Россия.

Черняев Никита Юрьевич — аспирант МИИТ, Москва, Россия.

Мещеряков Михаил Александрович — аспирант МИИТ, Москва, Россия.

Modernization of Cargo Bogies: Mounting of a Transverse Connection Assembly
(текст статьи на англ. яз. — English text of the article — p. 61)

Авторами предложено конструктивное исполнение поперечной связи в тележке модели 18–100. Цель — устранить забегания боковых рам, снизить интенсивность извилистого движения, вибронегруженность и износы деталей и узлов, улучшить плавность хода, а также устранить маятниковые колебания боковых рам относительно собственных продольных осей (тем самым облегчая еще и режим работы подшипниковых узлов и литых несущих элементов). Модернизация тележки путем установки поперечной связи и адаптеров МИИТ с износостойкими вибропоглотителями предполагает существенно увеличить гарантированный межремонтный пробег грузовых вагонов.

Ключевые слова: железная дорога, грузовой вагон, тележка, боковая рама, надрессорная балка, модернизация, поперечная связь боковых рам, износы узлов и деталей, межремонтный пробег.

Опыт эксплуатации показывает, что существующая трехэлементная конструкция грузовых тележек модели 18–100 (и аналогичных) без поперечной связи не обеспечивает достаточную жесткость тележки в плане, что приводит к относительному забеганию боковых рам тележек (до 15–20 мм), величина которого обусловлена зазорами в буксовом проёме и величиной горизонтальной деформации пружин. Это явление оказывает негативное влияние на динамику вагона и, как следствие, приводит к интенсивному износу гребней колёсных пар, то есть межремонтный пробег вагона снижается, увеличиваются расходы на обточку и замену колёс [1–5].

Принимая во внимание значительное количество находящихся в эксплуатации тележек данного типа (более 2 млн), представляется целесообразным провести их модернизацию с введением в конструкцию поперечной связи. При этом на первый план выходит важная прикладная задача: не дорабатывая имеющиеся литые детали

(боковые рамы, надрессорную балку), установить дополнительный силовой элемент тележки. Причем стоит заметить, что целесообразна модернизация именно находящихся в эксплуатации тележек, то есть изменение в конструкции должно быть минимально возможным (не выходить из лимита затрат), но безусловно обеспечивать безопасность движения.

Один из вариантов поперечной связи в трехэлементной конструкции реализован в тележке модели ЗК-1 производства КНР (рис. 1).

В данной тележке введена связь между боковыми рамами, выполненная в виде двух перекрещивающихся стержней с упругой заделкой. Стержни проходят через технологические проемы надрессорной балки, технологические окна боковых рам и закрепляются в этих рамах при помощи четырех кулисных рычагов.

Но это решение допустимо лишь при замене боковых рам тележки (что неприемлемо в связи с высокими затратами), так как кронштейны крепления стержней отлиты одним целым с боковиной, а съемные кронштейны в проемы технологических окон боковых рам тележек модели 18–100 установить нельзя по конструктивным причинам.

Избегать замены боковин представляется возможным при выполнении поперечной связи в виде замкнутой прямоугольной в плане рамы, прикрепляемой к верхнему поясу боковой рамы в зоне рессорного проема (рис. 2).

В месте закрепления рама имеет фасонную часть, охватывающую сверху пояс боковины. Снизу к опорным частям поперечной связи крепятся болтами пластины, скрепляющие ее с боковинами тележки. Между опорной частью рамы-связи и верхним поясом боковины необходима установка упругой прокладки, обеспечивающей некоторую возможность относительного галопирующего движения боковых рам при проходе тележкой вертикальных неровностей рельсового пути. На продольных элементах рамы можно предусмотреть опорные площадки для авторежима.

Предложенное конструктивное исполнение поперечной связи в тележке модели 18–100 (рис. 2) позволит устранить забега-ния боковых рам. Кроме того, снизятся

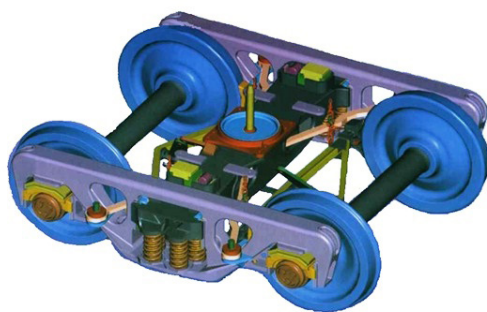


Рис. 1. Тележка типа ЗК1.

интенсивность извилистого движения, вибронегруженность и износы деталей и узлов, станет стабильнее плавность хода, а также будут устранены маятниковые колебания боковых рам относительно собственных продольных осей, что улучшит режим работы подшипниковых узлов и литых несущих элементов.

Установка кассетных подшипников в тележку модели 18–100 является закономерным результатом эволюции конструкции отечественных тележек грузовых вагонов. Сначала массово применялись подшипники скольжения, затем роликовые цилиндрические, в последние годы получают распространение конические роликовые подшипники кассетного типа.

Для установки таких подшипников в тележки модели 18–100, боковины которых имеют широкий челюстной проем, необходимо либо сохранить в конструкции типовой корпус буксы — и в этом случае нагрузка на кассетный подшипник передается через него, либо установить специальный элемент — нагрузитель, адаптер кассетного подшипника.

Адаптер должен обеспечивать надежную связь колёсной пары с боковой ра-

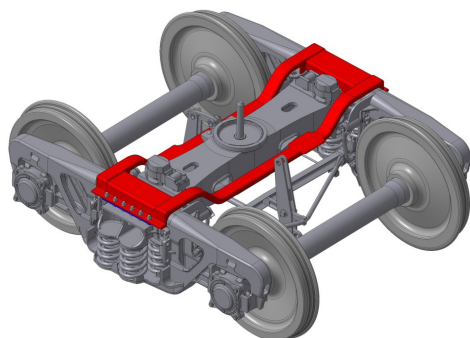


Рис. 2. Трехэлементная тележка с установленной поперечной связью.

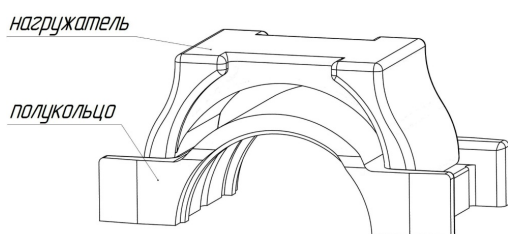


Рис. 3. Адаптер кассетного подшипника.

мой тележки, равномерно передавать нагрузку на кассетный подшипник (то есть обеспечивать максимальную зону нагружения роликов подшипника). Вместе с тем, существующие в данный момент конструкции буксовых адаптеров для тележки 18–100 копируют конструкцию верхней части типового корпуса буксы тележки, что неизбежно вызывает повторение конструктивного недостатка этого узла – неравномерное нагружение роликов кассетного подшипника, при котором нагрузка концентрируется на 3–4 верхних роликах.

Для улучшения режима нагружения кассетного подшипника и обеспечения при этом взаимозаменяемости с типовым корпусом буксы разработан двухэлементный адаптер, состоящий из опорного полукольца и нагружателя в форме арки.

Конструктивное исполнение адаптера из двух частей, не связанных жестко между собой, обусловлено тем, что боковина тележки имеет небольшую по ширине (вдоль продольной оси) опорную зону для передачи вертикальной нагрузки. А это при взятии за основу конструкции типового корпуса буксы приводит к необходимости сужать опорную площадку адаптера, формируя массивное сечение его верхней части с избыточной жесткостью. Нагрузка кратчайшим путем передается на верхнюю часть наружного кольца кассетного подшипника, что приводит к неравномерной загрузке роликов.

Новая конструкция адаптера МИИТ предполагает выполнение опорной его части в виде полукольца с малой жесткостью в вертикальной плоскости, взаимодействующего с арочным нагружателем и обеспечивающего передачу вертикальных сил на стороны полукольца, а не на его верхнюю часть (рис. 3).

Такое решение, с учетом малой жесткости полукольца, позволяет равномерно нагрузить подшипник, то есть увеличить зону нагружения роликов, и тем самым повысить ресурс подшипника.

Кроме того, возможна установка упругих элементов между полукольцом адаптера и нагружателем, а также между нагружателем и боковой рамой тележки, что помогает снизить динамические нагрузки в буксовом узле и увеличить долговечность кассетного подшипника.

Таким образом, модернизация тележки путем установки поперечной связи, а также замена буксовых узлов на кассетные подшипники с адаптерами и износостойкими вибропоглотителями по схеме МИИТ дает основание существенно увеличить гарантированный межремонтный пробег грузовых вагонов со 160 до 250 тысяч км, а в перспективе до 500 тысяч. И это вполне реальный прогноз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров Г. И., Адильханов Е. Г., Секерова Ш. А. Оценка скользунгов постоянного контакта // Мир транспорта. – 2011. – № 1. – С. 28–37.
2. Петров Г. И., Евсеев Д. Г., Филиппов В. Н. и др. Оценка безотказной работы вагонов при увеличении межремонтного пробега за счет модернизации тележки 18–100 // Труды Тринадцатой научно-практической конференции «Безопасность движения поездов». – М.: МИИТ, 2012. – С. VII-12–VII-17.
3. Давыдов Н. А., Петров Г. И., Смолянинов А. В. Анализ конструкций боковых опор грузовых вагонов // Инновационный транспорт. – 2013. – № 4. – С. 6–11.
4. Петров Г. И., Анисимов П. С. Аварийные режимы вагона с магнитной подвеской // Мир транспорта. – 2013. – № 5. – С. 126–136.
5. Анисимов П. С., Петров Г. И. Пространственные колебания вагона-платформы // Мир транспорта. – 2014. – № 2. – С. 20–29.

Координаты авторов: **Петров Г. И.** – petrovgi@gmail.com, **Черняев Н. Ю.** – Shiva888@yandex.ru, **Мещеряков М. А.** – meshcheryakov.mkhl@mail.ru (mesch.mih@mail.ru).

Статья поступила в редакцию 22.12.2014, актуализирована 17.01.2015, принята к публикации 02.04.2015.

Статья подготовлена на основе материалов, представленных авторами на Международной научно-практической конференции «Конструкция, динамика и прочность подвижного состава», посвященной 75-летию со дня рождения В. Д. Хусидова (МИИТ, 20–21 марта 2014 года).

MODERNIZATION OF CARGO BOGIES: MOUNTING OF A TRANSVERSE CONNECTION ASSEMBLY

Petrov, Gennady I., Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia.
Chernyaev, Nikita Yu., Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia.
Meshcheryakov, Mikhail A., Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia.

ABSTRACT

The authors offer design of transverse connection assembly in the bogie of type 18-100 of a cargo car. The aim is to eliminate lozenging of side frames, reduce intensity of sinuous movement, vibration load and wear of parts and assemblies, improve smoothness, as well as eliminate pendular oscillations of side frames with respect to their own

longitudinal axes (thus facilitating also the operation mode of bearing units and cast bearing elements). Modernization of a bogie by mounting transverse connection assembly, as well as replacing axle bearings with cassette-type bearings and adapters of MIIT design with wear-resistant vibration absorbers, assumes to substantially increase guaranteed overhaul life of freight cars.

Keywords: railway, freight car, bogie, side frame, bolster, modernization, transverse connection of side frames, wear of units and parts, overhaul life.

Background. Operation experience shows that existing three-element design of bogies 18-100 (and similar) without transverse connection does not provide sufficient rigidity of rail cargo cars' a bogie in the plan, resulting in relative lozenging of bogie side frames (to 15–20 mm), the value of which is due to gaps in pedestal jaw opening and value of horizontal deformation of the spring. This phenomenon has a negative impact on car's dynamics and, as a consequence, leads to intensive wear of wheel set flange, that is overhaul life of a car reduces, costs of turning and replacement of wheels increase [1–5].

Taking into account the considerable number of bogies of this type in operation (more than 2 mln), it is appropriate to carry out their modernization, introducing transverse connection in the structure. An important applied task comes to the fore: how, without modifying existing cast parts (side frames, bolster), to install an additional power element of a bogie. And it is worth noting that modernization of bogies being in operation is expedient, i.e. changes in the structure should be as minimum as possible they should not go out of the limit costs), but definitely ensure traffic safety.

Objective. The objective of the authors is to consider modernization of cargo bogies through mounting of specially designed transverse connection assemblies.

Methods. The authors use general scientific and engineering methods, simulation, comparative analysis.

Results. One embodiment of the transverse connection in the three-element design is implemented in model ZK-1, of Chinese production (Pic. 1).

In this bogie the connection between side frames is introduced, made in the form of two intersecting rods with flexible imbedding. The rods pass through

process openings of bolster, process windows of side frames are fixed in these frames with four link levers.

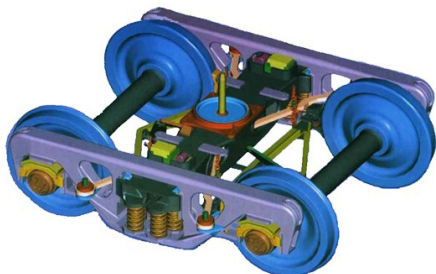
But this solution is permissible only when replacing bogie's side frames (which is unacceptable due to high cost), as mounting brackets of rods are cast in one piece with the sidewall, and removable brackets in process openings of side frames of bogie 18-100 cannot be installed for structural reasons.

Avoiding replacing sidewalls is possible when transverse connection is made in the form of a closed rectangular frame attached to the arch bar in the area of bolster opening (Pic. 2).

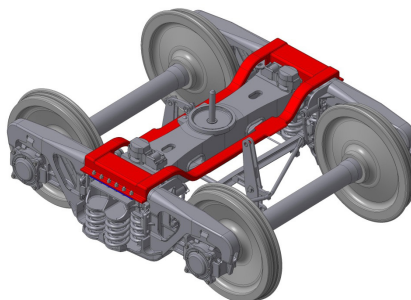
At fixing point the frame has a fitting, covering arch bar from above. From below cross plates are bolted to bearing parts of transverse connection, fastening it with sidewalls of the bogie. Between bearing part of frame-connection and arch bar it is necessary to install elastic gasket providing some possibility of relative galloping movement of side frames when a bogie passes vertical track irregularities. On longitudinal frame elements it is possible to provide support points for auto mode.

The proposed design of transverse connection in the bogie 18-100 (Pic. 2) will eliminate lozenging of bogie side frames. In addition intensity of sinuous movement, vibration load and wear of parts and assemblies will reduce, smoothness will be more stable, and pendular oscillations of side frames with respect to their own longitudinal axes will be eliminated, which will improve operation of bearing units and cast bearing elements.

Installation of cassette-type bearings in the bogie 18-100 is a natural result of evolution in design of domestic freight car bogies. First slider bearings were widely used, then cylindrical roller and, in the last years cassette-type roller bearings are spreading.



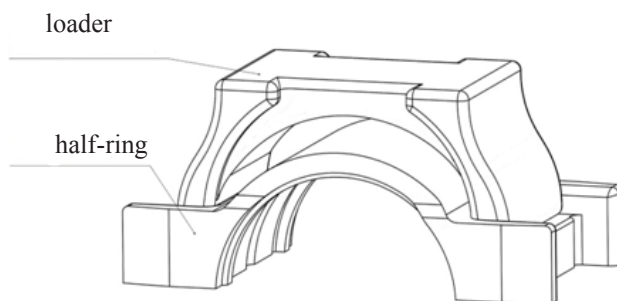
Pic. 1. Bogie type ZK1.



Pic. 2. Three-element bogie with mounted transverse connection.



Pic. 3. Adapter of cassette-type bearing.



For installation of these bearings in the bogie 18-100, sides of which have a wide jaw opening, it is necessary either to maintain already existing axle box body – in this case the load on the cassette-type bearing is transferred, or to install a special element – loader, adapter of cassette-type bearing.

The adapter should provide reliable connection of wheel set with bogie side frame, transfer the load evenly on the cassette-type bearing (i.e. provide maximum loading zone of bearing's rollers). However, currently existing design of axle adapters for bogie 18-100 copy design of the top part of a typical axle box body of a bogie, which inevitably causes repetition of design flaws of that node – uneven loading of rollers of cassette-type bearing, in which the load is concentrated on the upper 3–4 rollers.

In order to improve the loading mode of a cassette-type bearing and to ensure with standard axle box body two-element adapter has been designed, which consists of a supporting half-ring and loader in the form of an arch.

Design of the adapter of two parts, not rigidly connected to each other, is determined by the fact that sidewall of the bogie has a small in width (along the longitudinal axis) supporting zone to transfer vertical load. And it, if the design of standard axle box body is taken for basis, leads to the need to narrow the bearing area of the adapter, forming a massive cross-section of its upper part with excessive rigidity. The load is transferred by the shortest route to the upper part of the outer ring of the cassette-type bearing, which leads to uneven loading of rollers.

The new design of the adapter of MIIT University assumes that its supporting part is made in a form of semicircle with small rigidity in the vertical plane, interacting with an arched loader and providing transfer of vertical forces to the sides of semicircle rather than to its upper part (Pic. 3).

Such a solution, taking into account the low rigidity of half-ring, enables to evenly load bearing, that is, to

increase the area of loading of rollers, and thereby extend bearing life.

Moreover, it is possible to install resilient elements between the adapter's half-ring and loader, as well as between the loader and bogie's side frame, which helps to reduce dynamic load in axle boxes and increase durability of cassette-type bearing.

Conclusion. Modernization of a bogie by installing transverse connection, as well as replacing axle boxes with cassette-type bearings with adapters and wear-resistant vibration absorbers according to scheme of MIIT, gives a ground to significantly increase the guaranteed overhaul life of freight cars from 160 to 250 thousand kilometers, and in the future up to 500 thousand kilometers. And it is quite a real forecast.

REFERENCES

1. Petrov, G. I., Adilhanov, E. G., Sekerova, Sh. A. Evaluation of Sliders of Permanent Contact. *World of Transport and Transportation*, Vol. 9, 2011, Iss. 1, pp. 28–37.
2. Petrov, G. I., Evseev, D. G., Filippov, V. N. et al. Evaluation of failure-free operation of cars while increasing overhaul life due to modernization of a bogie 18-100 [Ocenka bezotkaznoi raboty vagonov pri uvelichenii mezhremontnogo probega za schet modernizatsii telezhenki 18-100]. *Proceedings of the 13th scientific and practical conference «Traffic safety»*. Moscow, MIIT, 2012, pp. VII-12–VII-17.
3. Davydov, N. A., Petrov, G. I., Smolianinov, A. V. Analysis of structures of side supports of freight cars [Analiz konstruktsii bokovykh opor gruzovykh vagonov]. *Innovatsionnyi Transport*, 2013, Iss. 4, pp. 6–11.
4. Petrov, G. I., Anisimov, P. S. Emergency Operation of a Maglev Coach. *World of Transport and Transportation*, Vol. 11, 2013, Iss. 5, pp. 126–136.
5. Anisimov, P. S., Petrov, G. I. Spatial Oscillations of a Rail Flat-Car. *World of Transport and Transportation*, Vol. 12, 2014, Iss. 2, pp. 20–29. ●

Information about the authors:

Petrov, Gennady I. – D.Sc. (Eng.), professor, head of the department of Cars and cars economy of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia, petrovgi@gmail.com.

Chernyaev, Nikita Yu. – Ph.D. student of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia, Shiva888@yandex.ru.

Meshcheryakov, Mikhail A. – Ph.D. student of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia, meshcheryakov.mkh@mail.ru.

Article received 22.12.2014, revised 17.01.2015, accepted 02.04.2015.

The article is based on the papers, presented by the authors at the International scientific and practical conference «Rolling stock's Design, Dynamics and Strength», dedicated to the 75th anniversary of V. D. Husidov, held in MIIT University (March, 20–21, 2014).