

УДК 629.4-592

И.А. Кудьяров, Н.П. Рычков, И.Ю. Ермоленко

Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТОРМОЗНОЙ РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

Аннотация. В статье рассматривается процесс развития тормозных систем грузовых вагонов (новые элементы конструкции, усовершенствования, модернизации), направленный на повышение безопасности движения поездов в условиях повышения длины и массы поезда, а также эффективности железнодорожных перевозок.

Ключевые слова: грузовые вагоны, рычажная передача, тормозной цилиндр, тележка грузового вагона.

I.A. Kudiarov, N.P. Rychkov, I.Yu. Ermolenko

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF BRAKE LEVER TRANSMISSION OF FREIGHT CARS

Abstract. The article examines the process of development of brake systems of freight cars (new design elements, improvements, modernizations), aimed at increasing the safety of train traffic in conditions of increasing length and weight of the train, as well as the efficiency of railway transportation.

Key words: freight cars, linkage, brake cylinder, freight car bogie.

Введение

Развитие тормозных систем для грузовых вагонов неразрывно связано с историей железных дорог и грузоперевозок. На стадии зарождения железнодорожного транспорта осевая нагрузка не превышала 7-8 тс. Первые грузовые вагоны были двухосными и могли перевозить до 10 тонн груза при массе тары 6 тонн. В 1846 г. стали серийно выпускать четырехосные вагоны.

Существенным прорывом стало внедрение автотормозов, автосцепок и роликовых подшипников. Это значительно повысило эффективность и безопасность железнодорожного сообщения. Изначально использовались ручные тормоза, управляемые специально обученными работниками. Позже появились автоматические и непрерывные тормозные системы.

Со временем тормозные системы продолжали улучшаться и адаптироваться к изменяющимся условиям эксплуатации и требованиям безопасности. В настоящее время на железных дорогах всего мира используются различные типы тормозных систем (в основном это пневматические), обеспечивающих эффективное и безопасное движение поездов [1-4].

Традиционная схема тормозной системы

Принцип действия всех пневматических тормозных систем грузового вагона основан на использовании сжатого воздуха, который поступает в тормозные цилиндры и давит на поршень, преобразуя давление воздуха в механическое усилие на тормозные колодки. В случае повреждения тормозной магистрали и выхода воздуха в атмосферу, воздухораспределитель напрямую соединяет запасной резервуар с тормозным цилиндром, обеспечивая экстренное торможение [5-8].

Пневматическая часть тормозного оборудования включает в себя тормозную магистраль диаметром 32 мм с концевыми кранами и соединительными междувагонными рукавами; двухкамерный резервуар, соединенный с тормозной магистралью отводной трубой диаметром 19 мм через разобщительный кран; запасной резервуар; тормозной цилиндр; воздухораспределитель № 483 м; авторежим № 265 А-000.

Тормозная рычажная передача включает в себя: шток поршня тормозного цилиндра и кронштейн мертвой точки, соединенных валиками с горизонтальными рычагами, которые в средней части связаны между собой затяжкой. С противоположных концов рычаги сочленены валиками с тягой и авторегулятором. Нижние концы вертикальных рычагов соединены между собой распоркой, а верхние концы рычагов соединены с тягами, верхние концы крайних вертикальных рычагов закреплены на рамах тележек с помощью серег и кронштейнов. Триангели, на которых установлены башмаки с тормозными колодками, соединены валиками с вертикальными рычагами.

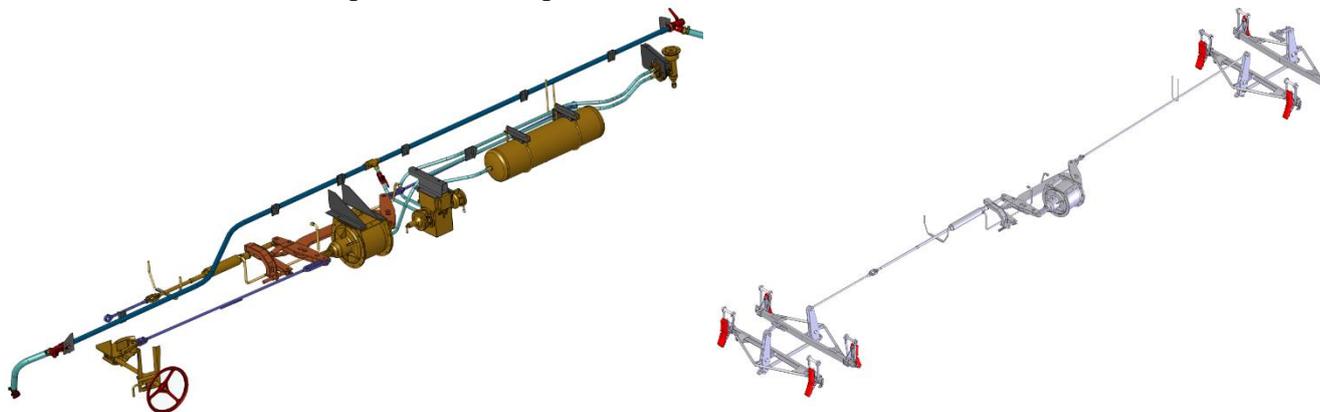


Рис. 1. Механическая и пневматическая части тормозной системы

Тормозная система с раздельным торможением

Тормозная система разделена на две части, каждая из которых отвечает за отдельную тележку, в которых находится тормозной цилиндр, соединённый с горизонтальным рычагом, середина которого лежит на мертвой точке и связана с регулировочным рычагом через планку. Другой конец рычага соединён с автоматическим регулятором, который передаёт усилие через тяги на вертикальный рычаг тормозной системы тележки. Такая конструкция обеспечивает равномерное прижатие колодок к колесам.

Пневматическая часть тормозного оборудования аналогична традиционной схеме тормозной системы.

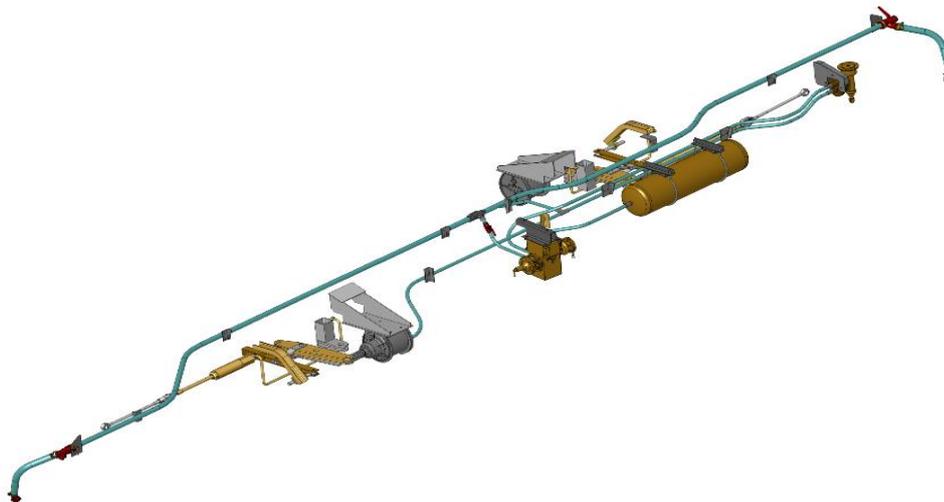


Рис. 2. Пневматическая часть тормозной системы с раздельным торможением

Тормозная рычажная передача с раздельным торможением состоит из: тормозного цилиндра №710 диаметром 254 мм и двух малогабаритных регуляторов тормозных рычажных передач РТП-300 с длиной регулировочного винта 300 мм, автономно воздействующих на рычажную передачу каждой тележки от воздухораспределителя №483М. Для регулирования давления – авторежим №265А-4 с увеличенной характеристикой регулирования. Питание тормозных цилиндров через воздухораспределитель осуществляется от запасного резервуара Р7-135 при применении тормозных цилиндров диаметром 356 мм

или от запасного резервуара Р7-78 при применении тормозных цилиндров диаметром 254 мм.

Тормозная система с интегрированными тормозными цилиндрами в тележках

Применение тормозных систем с размещением исполнительного механизма непосредственно на тележке является перспективным направлением в отечественном тормозостроении и вагоностроении в целом, поскольку появляются новые возможности, связанные с использованием подвагонного пространства (которое используют под дополнительную загрузку), повышением КПД тормоза, а также возможной унификацией оборудования (типовой тормозной цилиндр – 670В или 710 с выходом 125 мм).

Чтобы максимально уменьшить габариты и массу тормозной системы, тормозной цилиндр, авторегулятор и рычажную передачу устанавливают на тележке. Все остальные элементы (пневматическая часть) остаются в подвагонном пространстве кузова вагона.

Наиболее близким аналогом для такой схемы тормозной системы будет являться система WABCORAC производства компании Wabtec (рис. 3) [9].

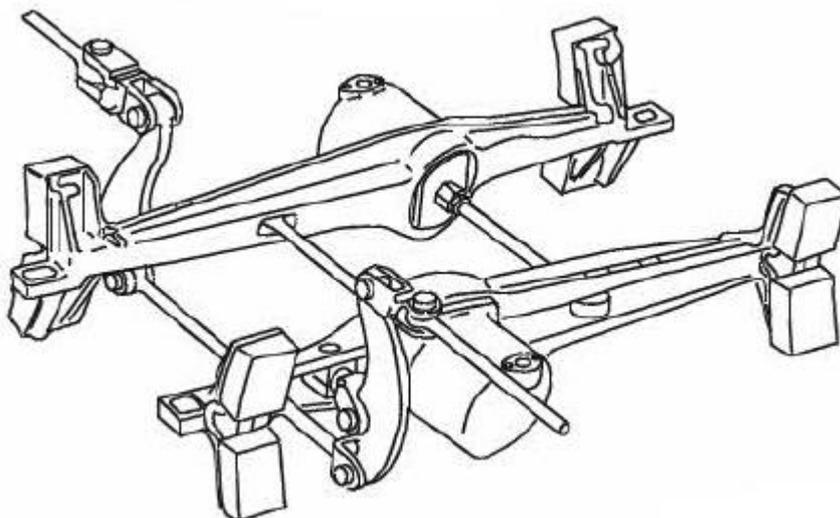


Рис. 3. Тормозная система WABCORAC

В данной тормозной системе каждый цилиндр воздействует сразу на два триангеля, т.е. используется реакция цилиндра, позволяющая уменьшить передаточное отношение рычажной передачи.

Другим близким аналогом будет являться система NYCOPAC ПА производства New York Air Brake Corporation a Knorr Brake Company (NYAB) (рис. 4) [10].



Рис. 4. Тормозная система NYCOPAC ПА

Здесь также применяется цилиндр со встроенным регулятором, при этом цилиндр закреплен шарнирно на одной из тормозных балок с возможностью поворота в горизонтальной плоскости. Цилиндр воздействует на два триангеля.

Эта система, как и большинство систем такого типа (WABCO PAC, NYCOPAC, WABCO PAC II, NYCOPAC II), а также TMX-Truck-Mounted-Brake-System с малогабаритным цилиндром и UBX Truck Mounted-Brake-System [11] с пневмокамерой, предполагает прохождение распорок (или штоков) через отверстия в надрессорной балке. Другим отличием конструкции указанных блоков (за исключением PDC-8 и IBV 10) является свободная подвеска, не требующая крепления элементов на балках тележки. Также отсутствуют резьбовой узел крепления и подвески тормозного башмака.

На отечественных тележках применение тормозных балок с такими элементами приведет к изменениям в несущей конструкции боковых рам и надрессорной балки. В связи с этим в возможную конструкцию системы с интегрированными тормозными цилиндрами предполагаются изменения в части триангелей и рычажной передачи, сохранив неизменными остальные элементы тележки, включая подвески и башмаки триангелей (тормозных балок). При этом расположение распорок (штоков) не должно препятствовать перемещению надрессорной балки [12].

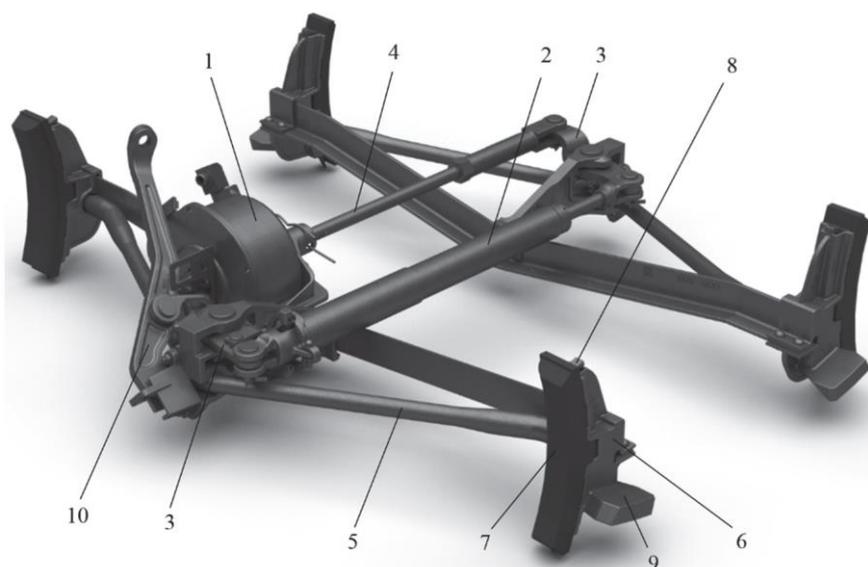
В настоящее время на инновационных вагонах с осевой нагрузкой 25 тс и 27 тс [13] начали использовать тележки с интегрированными тормозными цилиндрами (рис. 5) [14].

Принцип работы такой тормозной системы, как и исполнительная часть тормозной системы типового грузового вагона, основан на преобразовании энергии сжатого воздуха в силу нажатия тормозных колодок на поверхности катания колес.

Отличительная особенность тормозного цилиндра – самоустанавливающийся шток, обеспечивающий работоспособность и надежность цилиндра при криволинейной траектории движения штока.

Для контроля выхода штока в эксплуатации цилиндр снабжен индикатором, позволяющим диагностировать корректность регулировочных параметров тормозной системы, не применяя измерительный инструмент.

Особенности тормозной системы: тормозная эффективность вагона в составе поезда, отсутствие юза при торможении порожнего вагона, прочность при максимальном давлении в силовом пневматическом органе и ресурс.



1 – тормозной цилиндр, 2 – авторегулятор; 3 – горизонтальных рычагов; 4 – распорная тяга; 5 – триангель; 6 – башмак; 7 – колодка; 8 – чека; 9 – торцевые направляющие; 10 – рычаг для подключения привода стояночного тормоза вагона.

Рис. 5. Тормозная система тележки

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов А.А., Козарезова М.А. Анализ контролепригодности тормозной системы грузового вагона // Мир транспорта. 2017. № 2. С. 82-96.
2. Федоров Е.В., Лаптев С.И. Анализ свойств автоматичности тормозов грузовых поездов // Материалы Международной научно-технической конференции «Инновационный транспорт - 2016», посвященная 60-летию основания Уральского государственного университета путей сообщения. 2017. С. 291-297.
3. Галай Э. И. Тормоза локомотивов и вагонов: проблемы и перспективы: учеб. пособие: в 2 ч. Ч. 1: Повышение эффективности фрикционных тормозов. Гомель: БелИИЖТ, 1992. 71 с.
4. Галай Э. И. Тормоза локомотивов и вагонов: проблемы и перспективы: учеб. пособие: в 2 ч. Ч. 2: Фрикционные узлы тормозов. Гомель: БелИИЖТ. 1993. 69 с.
5. Крылов В.И. Тормозное оборудование железнодорожного подвижного состава: справочник / В.И. Крылов, В.В. Крылов, В.Н. Ефремов, П.Т. Демушкин. М.: Транспорт, 1989. 487 с.
6. Галай Э.И. Тормозные системы железнодорожного транспорта. Конструкция тормозного оборудования: учебное пособие / Э.И. Галай, Е.Э. Галай / Белорусский государственный университет транспорта. Гомель: БелГУТ, 2010. 315 с.
7. Асадченко В.Р. Автоматические тормоза подвижного состава: учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта / В.Р. Асадченко. М.: Маршрут. 2006. 392 с.
8. Иноземцев В.Г. Автоматические тормоза: учебник для вузов / В.Г. Иноземцев, В.М. Казаринов, В. Ф. Ясенцев. - М.: Транспорт, 1981. - 464 с.
9. US3499507 A Int. Cl. B61h 13/00; F16D 65/38, 65/52 U.S. Cl. 188-52 Railway car truck brake apparatus and adjusting means/ Daniel G. Scott, Fred Temple; the applicant: Westinghouse Air Brake Co. filed 22.10.1968; patented 10.03.1970.
10. Каталог тормозного оборудования подвижного состава Wabtec Corporation. 2012. 65 с.
11. Knorr-Bremse. Оборудование тормозной тележки. – Режим доступа: <http://www.knorrbrem-se.ru/ru/railvehicles/products/brakingystems/bogieequipment/be.jsp>.
12. Сеницын В.В., Кобищанов В.В., Сакало В.И. Вариант применения цилиндра со встроенным регулятором рычажной передачи в тормозной системе тележки грузового вагона // Вестник Брянского государственного технического университета. 2017. №4. С. 58-64.
13. Бороненко Ю.П. Стратегические задачи вагоностроителей в развитии тяжеловесного движения. Транспорт Российской Федерации. 2013. № 5 (48). С. 68-73.
14. Орлова А.М., Бабанин В.С., Ковязин А.Л. и др. Конструкция тележки с осевой нагрузкой 27 тс с интегрированной тормозной системой // Железнодорожный транспорт. 2018. № 7. С. 61-66.

REFERENCES

1. Ivanov A.A., Kozarezova M.A. Analysis of the testability of the brake system of a freight car // World of Transport. 2017. No. 2. P. 82-96.
2. Fedorov E.V., Laptev S.I. Analysis of the automatic properties of freight train brakes // Materials of the International Scientific and Technical Conference “Innovative Transport - 2016”, dedicated to the 60th anniversary of the founding of the Ural State Transport University. 2017. pp. 291-297.
3. Galai E.I. Brakes of locomotives and cars: problems and prospects: textbook. manual: in 2 hours. Part 1: Increasing the efficiency of friction brakes. Gomel: BelIIZhT, 1992. 71 p.
4. Galai E.I. Brakes of locomotives and cars: problems and prospects: textbook. manual: in 2 hours. Part 2: Friction units of brakes. Gomel: BelIIZhT. 1993. 69 p.
5. Krylov V.I. Braking equipment for railway rolling stock: reference book / V.I. Krylov, V.V. Krylov, V.N. Efremov, P.T. Demushkin. M.: Transport, 1989. 487 p.
6. Galai E.I. Braking systems of railway transport. Design of brake equipment: textbook / E.I. Galai, E.E. Galai / Belarusian State University of Transport. Gomel: BelGUT, 2010. 315 p.
7. Asadchenko V.R. Automatic brakes of rolling stock: a textbook for railway universities. transport / V.R. Asadchenko. M.: Route. 2006. 392 p.

8. Inozemtsev V.G. Automatic brakes: textbook for universities / V.G. Inozemtsev, V.M. Kazarinov, V.F. Yasentsev. - M.: Transport, 1981. - 464 p.
9. US3499507 A Int. Cl. B61h 13/00; F16D 65/38, 65/52 U.S. Cl. 188-52 Railway car truck brake apparatus and adjusting means/ Daniel G. Scott, Fred Temple; the applicant: Westinghouse Air Brake Co. filed 10/22/1968; patented 03/10/1970.
10. Catalog of braking equipment for rolling stock Wabtec Corporation. 2012. 65 p.
11. Knorr-Bremse. Brake trolley equipment. – Access mode: <http://www.knorrbrm-se.ru/ru/railvehicles/products/brakingsystems/bogieequipment/be.jsp>.
12. Sinitsyn V.V., Kobishchanov V.V., Sakalo V.I. Option for using a cylinder with a built-in linkage regulator in the brake system of a freight car bogie // Bulletin of the Bryansk State Technical University. 2017. No. 4. pp. 58-64.
13. Boronenko Yu.P. Strategic objectives of car manufacturers in the development of heavy-haul traffic. Transport of the Russian Federation. 2013. No. 5 (48). pp. 68-73.
14. Orlova A.M., Babanin V.S., Kovyazin A.L. and others. Design of a bogie with an axial load of 27 tf with an integrated brake system // Railway transport. 2018. No. 7. pp. 61-66.

Информация об авторах

Кудьяров Иван Александрович – студент гр. ПСЖ 6-20,1 кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: mr.licrimovor@yandex.ru

Рычков Николай Павлович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: rychkov_np@irgups.ru

Ермоленко Игорь Юревич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: ermolenko_iy@list.ru

Information about the authors

Kudyarov Ivan Alexandrovich – Student, Department of «Cars and carriage facilities», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: mr.licrimovor@yandex.ru

Rychkov Nikolai Pavlovich – Ph.D. of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department «Cars and carriage facilities», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: rychkov_np@irgups.ru

Ermolenko Igor Yurevich – Ph.D. of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department «Cars and carriage facilities», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: ermolenko_iy@list.ru