

УДК 629.3.014.4-592.527

## ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ТОРМОЗНОЙ ПРИВОД МАГИСТРАЛЬНОГО АВТОПОЕЗДА

### ELECTRIC-PNEUMATIC BRAKE ACTUATOR OF THE MAINS ROAD TRAIN

**Сокол В. А.** асс., **Михальцевич Н. Р.**, ст. преп., **Бабак Н. С.**, асс.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
V. Sokol, Assistant, N. Mikhaltsevich, Senior Lecturer,  
N. Babak, Assistant,  
Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

*В этой статье рассмотрен электропневматический тормозной привод магистрального автопоезда.*

*This article discusses the electro-pneumatic brake drive of the main road train.*

*Ключевые слова: электропневматический тормозной привод, автоматизация тормозного привода, магистральный автопоезд.*

*Keywords: electro-pneumatic brake drive, brake drive automation, main road train.*

#### ВВЕДЕНИЕ

За последние 10 лет прослеживается значительное увеличение объема автомобильных перевозок, что приводит к перегруженности дорог и ухудшения экологической обстановки. Решением в данной ситуации может стать увеличение общей длины и полной массы магистральных автопоездов за счет увеличения количества звеньев. Это ведет к совершенствованию технических характеристик транспортных средств и автоматизации тормозных приводов магистральных автопоездов.

#### ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ТОРМОЗНОЙ ПРИВОД

В тормозных системах автопоездов больше всего получили распространение пневматические тормозные приводы, в которых управление аппаратами и затормаживание колес осуществляется сжатым воздухом. В отличие от электропневматических тормозных

проводов (ЭПП), где воздух используется только в первом случае. Управление всеми аппаратами осуществляется электрическим путем. Это значительно повышает быстродействие тормозных систем, а также обеспечивает оптимальные законы и последовательность нарастания тормозных моментов на мостах автопоезда.

Преимущества электропневмопривода заключается в уменьшении времени срабатывания, что приводит к уменьшению тормозного пути. В процессе торможения происходит оптимальное распределение тормозных сил между передними и задними колесами автомобиля. Улучшается устойчивость автопоезда, снижается риск складывания. Электронная система привода может осуществлять бортовую диагностику исправности элементов привода. Все это дает возможность автоматизации управления движением автомобиля за счет использования электронного управления тормозами. На рисунке 1 представлена схема тормозной системы с EBS седельного тягача.

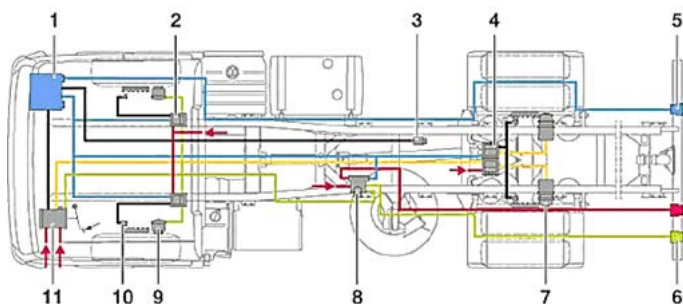


Рисунок 1 – Электронная тормозная система Electronic Braking System (EBS) [5].  
 1 – устройство управления EBS; 2 – модуль контроля давления; 3 – датчик нагрузки; 4 – модуль контроля давления; 5 – шина CAN к прицепу;  
 6 – контроль давления прицепа; 7 – колесный цилиндр; 8 – прицеп модуль управления; 9 – рабочий цилиндр; 10 – датчик скорости с импульсным кольцом;  
 11 – кран рабочего тормоза

На рисунке 2 показана схема тормозной системы с электронным управлением для грузового автомобиля, разработанная компанией «Knorr Bremse». Электронный блок EBS управляет тормозной системой и при этом может обмениваться данными с отдельными компонентами в любое время. Клапаны на тормозных камерах создают необходимое тормозное давление в соответствии с управля-

ющими сигналами. Датчики угловой скорости, установленные на колесах автомобиля для работы системы ABS, постоянно передают EBS актуальную информацию о скорости вращения колес. Внутренние функции управления тормозами обнаруживают любые отклонения от нормальных условий движения и вмешиваются в процесс управления торможением в случае опасности. В результате повышается активная безопасность автомобиля, улучшается комфорт вождения и уменьшается износ накладок.

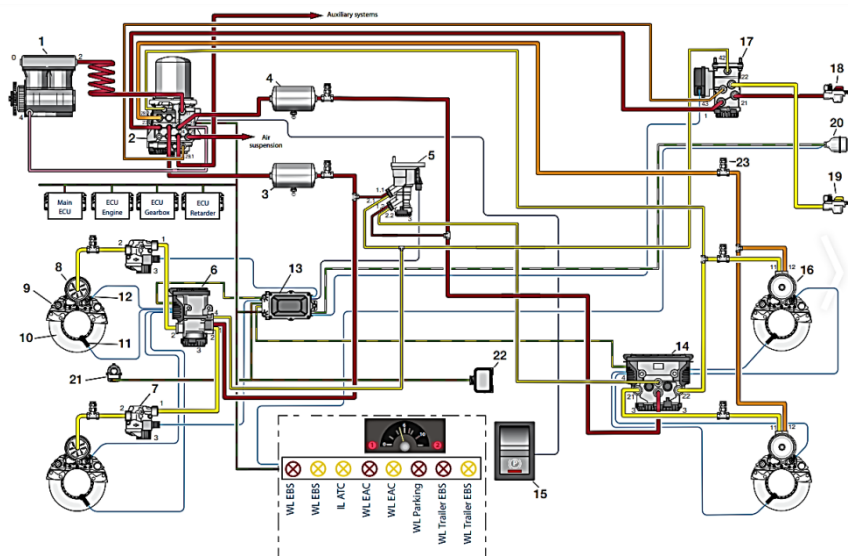


Рисунок 2 – Электронная тормозная система Knorr-Bremse для грузовых автомобилей [6]

На схеме приняты обозначения: 1 – компрессор с муфтой; 2 – блок электронного управления подачей воздуха (EAC); 3 – контур воздушного резервуара 1; 4 – контур воздушного резервуара 2; 5 – модуль ножного тормоза EBS; 6 – одноканальный модуль EBS; 7 – модулятор контроля давления; 8 – тормозная камера; 9 – воздушный дисковый тормоз; 10 – тормозной диск и чувствительное кольцо; 11 – датчик скорости вращения колеса; 12 – датчик износа; 13 – электронный блок управления EBS (ECU); 14 – двухканальный модуль EBS; 15 – блок ручного управления; 16 – пружинный тормоз;

17 – модуль управления прицепом EBS; 18 – соединительная головка «Подача»; 19 – соединительная головка «Контроль»; 20 – соединение EBS ISO 7638; 21 – датчик угла поворота рулевого колеса ESP; 22 – датчик скорости рыскания ESP; 23 – разъем.

На рисунке 3 представлена, электронно-пневматическая тормозная система для прицепа грузового автомобиля, использование такой системы на прицепах и автомобилях тягачах, еще в большей степени позволит поднять уровень тормозной эффективности транспортного средства и повысить его активную безопасность.

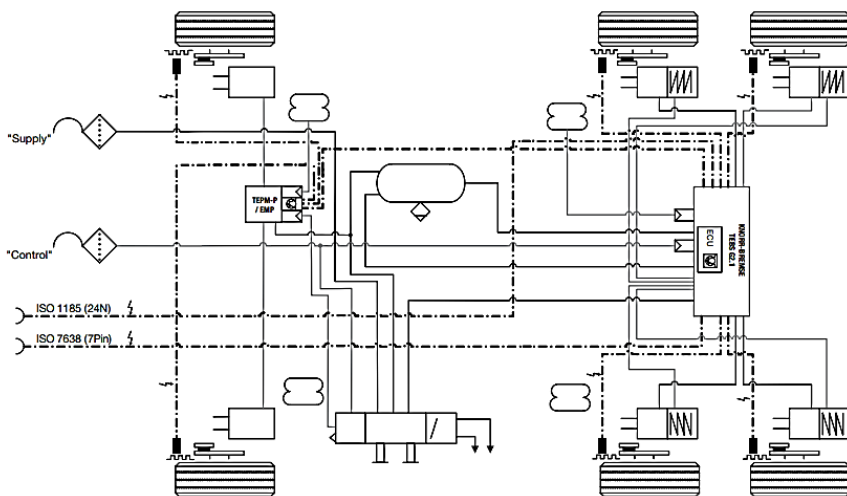


Рисунок 3 – Схема тормозной системы 6S/3M на прицепе с системой Knorr-Bremse [6]

В случае неисправности электронной системы управления все клапаны одновременно согласовывают свою работу, как в обычной пневматической системе. В этом случае резервное давление подается на тормозные цилиндры, где срабатывает пневматическая система с определенной задержкой. Так как пневматическая система не работает с клапаном, пропорциональным нагрузке, пневматический резерв может вызвать чрезмерное торможение задней оси. Поэтому резервный клапан блокирует воздействие пневматического контура на тормозные цилиндры задней оси, в то время как EBS работает нормально [3].

Преимущества электропневматической тормозной системы в сравнении с пневматической системой является постоянный контроль нагрузки, приходящийся на автомобиль что повышает безопасность дорожного движения. Электронная регулировка тормозного усилия снижает износ деталей тормозной системы – это повышает экономическую эффективность всей системы в целом. Электронная программа стабилизации обеспечивает сохранение устойчивости и управляемости автомобиля в критических дорожных ситуациях и значительно снижает риск опрокидывания или заноса.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оснащение грузовых автомобилей электронно – пневматической тормозной системой, позволяет в значительной степени повысить уровень активной безопасности грузовых автомобилей и автопоездов. Это достигается за счет уменьшения тормозного пути, вследствие более быстрой работы системы, а также в сохранении устойчивости и управляемости при торможении в критических условиях. Увеличении стоимости тормозной системы, за счет более сложной конструкции компенсируется большей долговечностью элементов системы, таких как тормозные колодки, тормозные диски и барабаны, из-за оптимального управления при торможении. Кроме этого повышается средняя скорость движения грузового автомобиля, что является важным фактором в построении логистических задач грузоперевозок.

## ЛИТЕРАТУРА

1. He, Ren. Study on braking stability of commercial vehicles: An optimized air brake system / Ren He, Zhecheng Jing // *Advances in Mechanical Engineering*. – 2019.
2. Высоцкий, М. С. Основы проектирования модульных магистральных автопоездов / М. С. Высоцкий, С. В. Харитончик, С. И. Кочетов. – Минск: Белорусская наука, 2011. – 408 с.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.wabco-customercentre.com/catalog/en>. – Дата доступа: 25.03.2022.
4. Автомобильный справочник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://press.ocenin.ru/tormoznaya-sistema-gruzovyh-avtomobil>. – Дата доступа: 20.04.2022.

5. Грузовики и автобусы MAN [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mantruckandbus.com/en/company/glossar/ebs-electronic-braking-system.html>. – Дата доступа: 12.02.2022.

5. Knorr-bremse [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.knorr-bremse.com/en/>. – Дата доступа: 15.03.2022.

Представлено 30.04.2022

УДК 621.01

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ НАГРУЖЕННОСТИ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

### **DETERMINATION OF THE LEVEL OF LOADING OF THE LOAD-BEARING STRUCTURES OF VEHICLES**

**Бусел Б. У.**<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц., **Хитриков С. В.**<sup>2</sup>, зам. нач.отд.,  
**Швец Д. А.**<sup>2</sup>, зав. сект.,

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси,  
г. Минск, Республика Беларусь

**B. Busel**<sup>1</sup>, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,  
**S. Khitrikov**<sup>2</sup>, Deputy Head, **D. Shvets**<sup>2</sup>, Head of Sector

<sup>1</sup>Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

<sup>2</sup>The Joint Institute of Mechanical Engineering of the National Academy  
of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

*В статье представлен способ оценки динамической нагруженности несущих конструкций транспортных средств и контроля дорожных условий на базе применения коэффициентов динамичности. Определен ряд показателей, характеризующих уровень динамического нагружения несущих конструкций транспортного средства. Полученные показатели позволяют оценивать дорожные условия участков дорог любой протяженности по динамическому воздействию на автомобиль в целом и на несущую конструкцию в частности.*