

Совершенствование системы контроля целостности электрической цепи электропневматических тормозов в пассажирском поезде железнодорожного транспорта

А.Д. Родченко, О.С. Томилова✉, П.Б. Сергеев, В.А. Михеев

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск, Российская Федерация,

✉motovilova@yandex.ru

Резюме

Система контроля электрической цепи электропневматических тормозов, установленная на локомотиве, оповещает машиниста только об ее нарушении, но не указывает точного места, где в электрической цепи возникла неисправность. Для сокращения времени поиска неисправности и, как следствие, уменьшения времени простоя вагонов в период ремонта электропневматических тормозов предлагается устройство, расширяющее функции существующей системы контроля целостности электрической цепи, дополняющее ее в части точного определения номера вагона в поезде, где произошел обрыв проводов, короткое замыкание или возникла другая неисправность. В разработанном устройстве основным источником получения информации о состоянии электрической цепи и режимах работы оборудования тормозной магистрали при движении пассажирского поезда являются датчики напряжения и тока. При движении поезда сигналы с датчиков поступают на электронное устройство, которое обрабатывает получаемую информацию, сравнивает ее с записанными в постоянную память микроконтроллера значениями напряжений и тока, соответствующими исправному состоянию электрооборудования электропневматических тормозов в различных режимах работы тормозной системы. При возникновении неисправности электронное устройство формирует выходной сигнал. В сигнале зашифрована информация о номере вагона и виде возникшей неисправности. Сформированный сигнал поступает на передающее устройство и по каналам связи передается на приемное устройство, установленное в кабине машиниста локомотива. По свечению светодиодов, расположенных на лицевой панели приемного устройства, можно определить номер вагона и вид неисправности в электрооборудовании электропневматических тормозов пассажирского поезда.

Ключевые слова

электропневматические тормоза, система контроля целостности электрической цепи, пассажирский вагон, оборудование тормозной магистрали, датчики напряжения и тока, микроконтроллер, локомотив

Для цитирования

Совершенствование системы контроля целостности электрической цепи электропневматических тормозов в пассажирском поезде железнодорожного транспорта / А.Д. Родченко, О.С. Томилова, П.Б. Сергеев, В.А. Михеев // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2022. № 4 (76). С. 136–143. DOI 10.26731/1813-9108.2022.4(76).136-143.

Информация о статье

Поступила в редакцию: 14.10.2022 г.; поступила после рецензирования: 20.12.2022 г.; принята к публикации: 22.12.2022 г.

Improving the control system of the electrical circuit integrity of electropneumatic brakes in a railway passenger train

A.D. Rodchenko, O.S. Tomilova✉, P.B. Sergeev, V.A. Mikheev

Omsk State Transport University, Omsk, the Russian Federation

✉motovilova@yandex.ru

Abstract

The control system of the electric circuit of electropneumatic brakes installed on the locomotive notifies the driver only of its violation, but does not indicate the exact place where a malfunction occurred in the electric circuit. To reduce the time of troubleshooting, to reduce the downtime of wagons during the repair of the electropneumatic brake, a device is proposed that extends the functions of the existing electrical circuit integrity monitoring system to accurately determine the number of the wagon in the train in which there was a problem with the wires, a short circuit or another malfunction occurred. In the developed device, the main source of information about the state of the electrical circuit and the operating modes of the brake line equipment during the movement of a passenger train are voltage and current sensors. When the train is moving, the signals from the sensors are sent to an electronic device that processes the information received, compares it with the voltage and current values recorded in the permanent memory of the microcontroller corresponding to the serviceable condition of the electrical equipment of the electropneumatic brake in various modes of operation of the braking system. When the train is moving, the signals from the sensors are sent to an electronic device that processes the information received, compares it with the voltage and current values recorded in

the permanent memory of the microcontroller corresponding to the serviceable condition of the electrical equipment of the electropneumatic brake in various modes of operation of the braking system. If a malfunction occurs in the electrical equipment of the electropneumatic brake, the electronic device generates an output signal. The signal contains encrypted information about the number of the wagon and the type of malfunction that occurred. The generated signal enters the transmitting device and is transmitted via communication channels to the receiving device installed in the cab of the locomotive driver. By the glow of the LEDs located on the front panel of the receiving device, it is possible to determine the number of the wagon and the type of malfunction in the electrical equipment of the electropneumatic brake of a passenger train.

Keywords

electropneumatic brakes, electrical circuit integrity monitoring system, passenger wagon, brake line equipment, voltage and current sensors, microcontroller, locomotive

For citation

Rodchenko A.D., Tomilova O.S., Sergeev P.B., Mikheev V.A. Sovershenstvovanie sistemy kontrolya tselostnosti elektricheskoi tsepi electropnevmaticheskikh tormozov v passazhirskom poезде zheleznodorozhnogo transporta [Improving the control system of the electrical circuit integrity of electropneumatic brakes in a railway passenger train]. *Sovremennyye tekhnologii. Sistemy analiz. Modelirovaniye* [Modern Technologies. System Analysis. Modeling], 2022, no. 4 (76), pp. 136–143. DOI: 10.26731/1813-9108.2022.4(76).136-143.

Article Info

Received: October 14, 2022; Revised: December 20, 2022; Accepted: December 22, 2022.

Введение

Безаварийная и безотказная работа подвижного состава, узлов и устройств железнодорожной техники – это основа для обеспечения высокого уровня пропускной и провозной способностей железных дорог, что является приоритетным направлением развития железнодорожного транспорта. От количества произошедших отказов деталей и узлов вагона напрямую зависит оценка качества работы [1].

Отказы тормозного оборудования пассажирских вагонов происходят из-за неисправности следующих узлов: арматура, воздухораспределитель, воздухопровод, электрическая часть рукава, рычажная тормозная передача, электровоздухораспределитель и др.

Рассмотрению актуального перечня вопросов надежности эксплуатации и эффективности работы автотормозного оборудования на железнодорожном подвижном составе посвя-

Распределение отказов оборудования пассажирских вагонов
Distribution of passenger wagons brake failures

Причина отказа Cause of failure	Доля случаев Proportion of cases	Средняя наработка, тыс. км ² Average operating time, thousand km ²	
		До отказа Up to failure	На отказ Into failure
Тормозное оборудование Brake equipment	26 %	107,10	246,0
Система отопления Heating system	4 %	2 561,10	5 883,60
Система водоснабжения Water supply system	4 %	2 561,10	5 883,60
Тележка Bogie	4 %	107,10	246,0
Кузов Body	7 %	73,50	139,00
Электрооборудование Electrical equipment	7 %	73,50	139,00
Ударно-тяговые устройства Shock-traction devices	7 %	731,70	1 681,00
Букса Buxa	15 %	107,10	246,0
Колесная пара Wheel set	22 %	107,10	246,0
Прочее Other	4 %	186,30	428,00

щены работы таких авторов, как Э.И. Галай, П.К. Рудов, А.В. Зяблов, А.И. Быков, С.В. Петров, Г.В. Райков.

В указанных работах авторами выполнен критический анализ показателей эксплуатации тормозного оборудования вагонов, организации их контроля и диагностики, приводятся данные статистики отказов оборудования по сети дорог, в том числе используемые в настоящей статье (табл.) [2, 3].

Как видно из приведенных данных, чаще всего поломкам в пассажирских вагонах подвержены тормоза и электрооборудование, а также колесные пары.

При этом обзор имеющихся научных работ обращает внимание на отсутствие отдельного рассмотрения вопросов контроля именно электропневматического тормозного оборудования.

К электропневматическим тормозам (ЭПТ) пассажирских вагонов предъявляются высокие требования в части их безотказности. А из-за того, что пробег пассажирского состава существенно меньше грузового, то и количество отказов тормозного оборудования меньше. Однако периодически возникают так называемые отказы технических средств ЭПТ пассажирских вагонов [4].

Одним из основных лимитирующих факторов в контексте надежности ЭПТ является повреждение электрической части рукава

№ 369. Наиболее вероятное место обрыва проводов – межвагонное соединение (между головками соединительных рукавов) [5].

Общие сведения о тормозных средствах подвижного состава

Одним из важнейших узлов железнодорожного подвижного состава, отвечающих за безопасность движения, являются тормозные системы (тормоза), которые предназначены для искусственного увеличения сил сопротивления движению вплоть до полной остановки подвижного состава и удержания его на месте. Классификация тормозов подвижного состава представлена на рис. 1 [6].

Наибольшее распространение на сети железных дорог Российской Федерации в пассажирском подвижном составе получили ЭПТ.

ЭПТ имеют следующие преимущества перед пневматическими:

- тормозной путь сокращается на 30 %;
- обеспечивается одновременность срабатывания тормозов за счет уменьшения времени заполнения тормозных цилиндров сжатым воздухом;
- достигается плавность торможения из-за снижения продольно-динамических усилий в поезде;
- за счет ступеней торможения в электропневматическом тормозе выполняется быстродействующий ступенчатый отпуск и по-

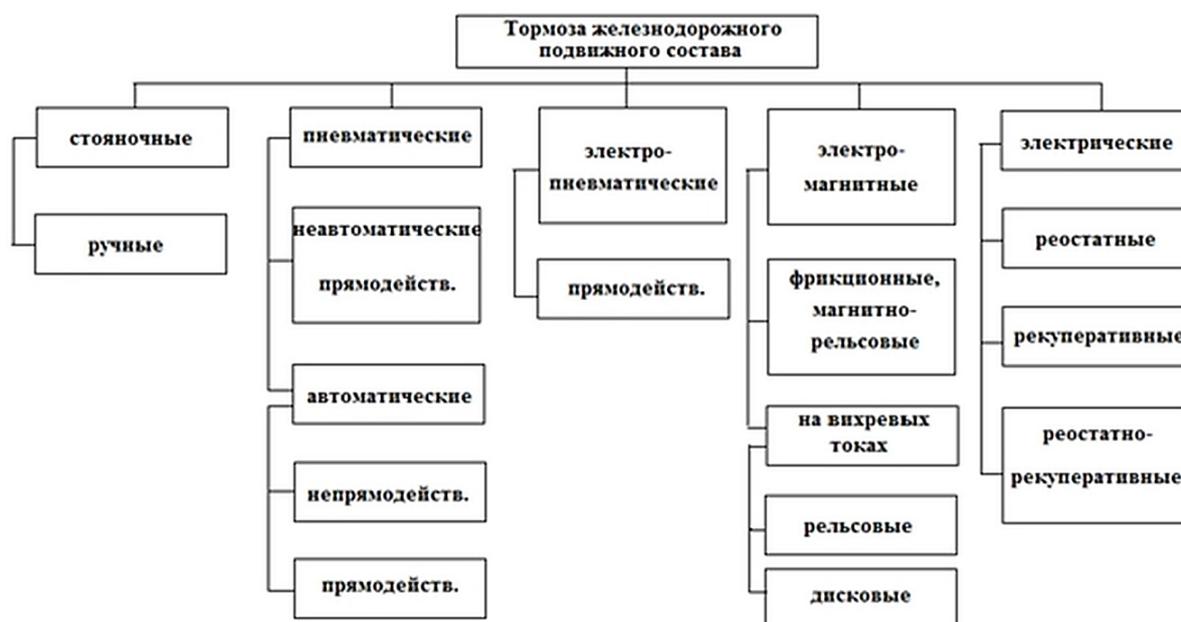


Рис. 1. Классификация тормозов подвижного состава

Fig. 1. Classification of train brakes

является возможность регулирования тормозной силы [7, 8].

В настоящей статье объектом исследования выбрана электрическая часть управления ЭПТ пассажирских поездов, а именно, система диагностирования целостности электрических цепей управления и контроля в режимах тяги, выбега и торможения.

Для пассажирских поездов принята двухпроводная электрическая цепь (провод № 1 – рабочий, провод № 2 – контрольный, обратным проводом являются рельсовые пути), позволяющая обеспечивать подачу напряжения на электрическую часть тормоза.

В пассажирском вагоне установлены трехтрубные клеммные коробки усл. № 317, к которым подключается электровоздухораспределитель, а по концам вагона устанавливаются двухтрубные клеммные коробки усл. № 316, к которым присоединяется кабель междувагонных соединений. В хвостовом вагоне контрольный и рабочий провода соединяются между собой, образуя целостность электрической цепи [9].

Технические решения, повышающие надежность электродневматических тормозов поезда

Для повышения надежности ЭПТ при скорости поезда не более 120 км/ч применяют дублированное питание, при котором с помощью тумблера замыкают рабочий и контрольный провод, обеспечивая подачу напряжения на электровоздухораспределитель по двум проводам. Работа тормозной системы поезда не

прекращается даже в случае обрыва одного из проводов [10, 11].

Причины неудовлетворительной работы электропневматических тормозов поезда

Наиболее частыми признаками некачественной работы ЭПТ являются следующие:

- снижение напряжения источника питания (менее 45 В) в режимах работы торможения;
- уменьшение показаний амперметра более чем на 20 % в режиме «Перекрыша»;
- снижение эффективности работы тормозов;
- выявление недостаточной плавности торможения;
- отсутствие свечения сигнальных ламп или несоответствие положения ручки крана машиниста [6, 12].

При возникновении неисправности в электрической цепи ЭПТ необходимо остановить поезд, отключить на пульте управление ЭПТ и его блок питания, пройти вдоль состава, осмотреть междувагонные соединительные рукава. Если неисправность не найдена, следует перейти на пневматический тормоз и продолжать движение [13, 14].

Применяемый способ отыскания места неисправности в электрической цепи ЭПТ пассажирского поезда занимает длительное время.

Описание разработанного устройства

Для сокращения времени отыскания места и вида неисправности в электропневматической тормозной системе пассажирского поезда

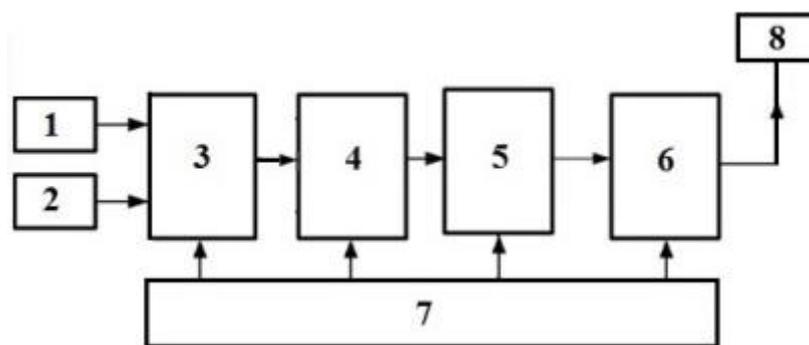


Рис. 2. Структурная схема передающего устройства диагностики электропневматических тормозов пассажирского вагона:

1 – датчик тока; 2 – датчик напряжения; 3 – аналого-цифровой преобразователь; 4 – микроконтроллер; 5 – шифратор; 6 – передающее устройство; 7 – блок питания; 8 – канал передачи данных

Fig. 2. Structural diagram of the transmitting device for diagnostics of electro-pneumatic brake of a passenger wagon:

1 – current sensor; 2 – voltage sensor; 3 – analog-to-digital converter; 4 – micro-controller; 5 – encoder; 6 – transmitting device; 7 – power supply; 8 – data transmission channel

да разработано электронное устройство. Принцип его работы основан на диагностике состояния электрической цепи и режимов работы тормозного оборудования. Устройство диагностики состоит из двух полукомплектов. Передающий полукомплект, структурная схема которого приведена на рис. 2, устанавливается в каждом вагоне.

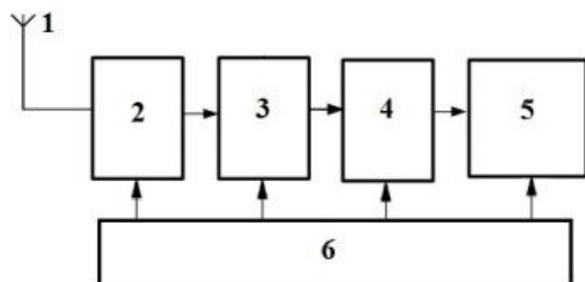


Рис. 3. Структурная схема приемного полукомплекта устройства диагностики электропневматических тормозов пассажирского вагона:

1 – канал передачи данных; 2 – приемное устройство; 3 – дешифратор; 4 – исполнительное устройство; 5 – панель индикации; 6 – источник питания

Fig. 3. Structural diagram of the receiving half-set devices for diagnosing the electro-pneumatic brake of a passenger wagon:

1 – data transmission channel; 2 – receiving device; 3 – decoder; 4 – executive device; 5 – indication panel; 6 – power supply

Каждый передающий полукомплект устройства диагностики содержит датчик тока и датчик напряжения, аналоговые сигналы с которых с помощью аналого-цифровых преобразователей преобразуются в цифровые сигналы, а затем поступают на вычислительный микропроцессорный блок. Обработка поступающей информации с датчиков осуществляется микропроцессорным блоком.

При возникновении неисправности в электропневматической системе тормозов пассажирского поезда электронное устройство формирует сигнал, который поступает на передающее устройство и потом по каналам связи передается на приемное устройство, расположенное в кабине машиниста локомотива [15, 16].

Через оптический порт устройство подключается к ноутбуку, и оператор задает номер вагона, в котором это устройство будет установлено в вагон. Через этот порт можно запрограммировать микроконтроллер при совершенствовании программного обеспечения данного устрой-

ства диагностики.

Приемный полукомплект, структурная схема которого приведена на рис. 3, устанавливается в кабине машиниста локомотива [17, 18].

При поступлении сигнала с устройства, установленного в вагоне, в котором возникла неисправность тормозной системы ЭПТ, на передней панели приемного полукомплекта (рис. 4) светится светодиод, по которому машинист может определить номер вагона, где возникла неисправность [19].



Рис. 4. Расположение многоцветных RGB светодиодов на передней панели приемного полукомплекта устройства диагностики электропневматических тормозов в соответствии с номером вагона в поезде

Fig. 4. Location of multi-color RGB LEDs on the front panel the receiving half-set of the electro-pneumatic brake diagnostic device in accordance with the number of the wagon in the train

Расположение приемного полукомплекта устройства диагностики ЭПТ на пульте машиниста показано на рис. 5.

В настоящее время развитие вагоностроения в Российской Федерации идет по пути внедрения цифровых технологий. Такая же тенденция прослеживается и в тормозостроении для грузовых и пассажирских поездов. Примерами таких технологий можно назвать различные системы типа БТО111, БТО111Н для

длиннобазных вагонов-платформ для перевозки 80-ти футовых контейнеров, системы распределенного управления тормозами в длиннооставных грузовых поездах РУТП 230, РУТП 130, РУТП 395.

Для пассажирских поездов, обращающихся со скоростями до 200 км/ч, моторвагонного подвижного состава и скоростных контейнерных поездов в качестве примера систем цифровизации можно привести цифровую систему управления и диагностики тормозов ИСКРА 200, которая представляет собой интеллектуальную систему координации работы автоматических тормозов.

Данная система позволяет в реальном времени диагностировать состояние тормозной системы в движении и на стоянке, осуществлять автоматический контроль переходных сопротивлений в соединительных рукавах, вести контроль нагрева буксовых узлов, контролировать динамику поезда, образование ледяных пробок, следить за работой воздухораспределителей. Также работниками АО МТЗ Трансмаш разработана новая система управления тормозами для локомотивов (ТОЛ) [19].

Данная система обладает компактным дизайном, улучшенными схемными решениями,

новой элементной базой, высокой надежностью, улучшенными ремонтпригодностью и эксплуатационными свойствами. Однако, несмотря на широкий спектр новейшего оборудования в области тормозных систем, оно позволяет лишь определить обрыв в электрической цепи ЭПТ, но не способно указать конкретное место возникновения неисправности.

Таким образом, разработанное электронное устройство для определения номера конкретного вагона, где произошел отказ ЭПТ, и вида этого отказа могло бы расширить функционал существующих цифровых систем диагностики, что положительно отразится на качестве работы тормозных средств пассажирского подвижного состава и позволит повысить пропускную и провозную способности железных дорог, а также улучшить показатели безопасности движения.

Заключение

Разработанное электронное устройство позволяет по информации, отображаемой на лицевой панели прибора, расположенного в кабине машиниста локомотива, определить номер вагона и предварительно оценить вид неисправности в системе электропневматического



Рис. 5. Расположение приемного полукомплекта устройства диагностики электропневматических тормозов:

1 – устройство диагностики электропневматических тормозов; 2 – светодиоды панели индикации

Fig. 5. Location of the receiving half-set of the electropneumatic brake diagnostic device:

1 – electropneumatic brake diagnostic device; 2 – display panel LEDs

тормоза при движении пассажирского поезда, простой вагонов, а также повысит эффективность сократит время, затрачиваемое на поиск места возникновения неисправности, уменьшит

Список литературы

1. Афонин Г.С., Барщенков В.Н., Кондратьев Н.В. Устройство и эксплуатация тормозного оборудования подвижного состава. М. : Академия, 2006. 304 с.
2. Анализ проблемы отказов при эксплуатации пассажирских вагонов / А.В. Зяблов, А.И. Быков, А.А. Петров и др. // Наука и техника транспорта. 2020. № 4. С. 30–33.
3. Надежность и функциональная безопасность как основные составляющие качества пассажирских вагонов / С.В. Петров, Г.В. Райков, Ю.В. Корнев и др. // Вестник ВНИИЖТ. 2018. Т. 77. № 4. С. 241–249.
4. Крылов В.И., Астахов П.Н., Гребенюк П.Т. Справочник по тормозам. М. : Транспорт, 1975. 185 с.
5. Иноземцев В.Г. Правила тяговых расчетов для поездной работы. М. : Транспорт, 1985. 122 с.
6. Венцевич Л.Е. Тормоза подвижного состава железных дорог. М. : УМЦ ЖДТ, 2010. 559 с.
7. Галай Э.И., Рудов П.К., Галай Е.С. Тормозная сила композиционных тормозных колодок по мере их износа на грузовых вагонах // Проблемы безопасности на транспорте : материалы X Междунар. науч.-практ. конф. Гомель, 2020. С. 39–41.
8. Правила технического обслуживания тормозного оборудования и управления тормозами железнодорожного подвижного состава : утв. 6–7.05.2014 Советом по ж.-д. транспорту государств-участников Содружества. М., 2014. 268 с.
9. Асадченко В.Р. Автоматические тормоза подвижного состава. М. : Маршрут, 2006. 392 с.
10. Крылов В.И. Тормозное оборудование железнодорожного подвижного состава. М. : Транспорт, 1989. 487 с.
11. Абашкин И.В. Инструкция по эксплуатации тормозов подвижного состава железных дорог. М. : Трансинфо, 2005. 160 с.
12. Бурченков В.В. Автоматизация контроля технического состояния подвижного состава. Гомель : БелГУТ, 2008. 235 с.
13. Сергеев Б.Б. Автоматические тормоза. Ч. 1. Омск : ОмГУПС, 2007. 31 с.
14. Галай Э.И., Рудов П.К., Галай Е.Э. Тормозные системы железнодорожного транспорта. Расчет автоматических тормозов. Гомель : БелГУТ. 2014. 271 с.
15. Гундорова Е.П. Технические средства железных дорог. М. : Маршрут, 2003. 496 с.
16. Интеллектуальная система тормозной сети поезда / А.М. Худогонов, П.Ю. Иванов, Н.И. Мануилов и др. // Известия ПГУПС. 2018. № 1. С. 130–135.
17. Баранов В.Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы (+CD). М. : Додэка-XXI, 2006. 288 с.
18. Мышляева И.М. Цифровая схемотехника. М. : Академия, 2005. 400 с.
19. ТОЛ- Новая система управления тормозами для локомотивов / С.Г. Чуев, П.М. Тагиев, С.А. Популковский и др. // Локомотив. 2022. № 1. С. 32–36.

References

1. Afonin G.S., Barshenkov V.N., Kondrat'ev N.V. Ustroistvo i ekspluatatsiya tormoznogo oborudovaniya podvizhnogo sostava [Installation and operation of rolling stock braking equipment]. Moscow: Akademiya Publ., 2006. 304 p.
2. Zyablov A.V., Bykov A.I., Petrov A.A., Bepal'ko S.V. Analiz problemy otkazov pri ekspluatatsii passazhirskikh vagonov [Analysis of the problem of failures in the operation of passenger wagons]. *Nauka i tekhnika transporta* [Science and technology of transport], 2020, no. 4, pp. 30–33.
3. Petrov S.V., Raikov G.V., Kornev Yu.V., Karavanova N.B. Nadezhnost' i funktsional'naya bezopasnost' kak osnovnyye sostavlyayushchie kachestva passazhirskikh vagonov [Reliability and functional safety as the main components of the quality of passenger wagons]. *Vestnik VNIIZHT* [Bulletin of the Research Institute of Railway Transport], 2018, vol. 77, no. 4, pp. 241–249.
4. Krylov V.I., Astakhov P.N., Grebenyuk P.T. Spravochnik po tormozam [Brake Reference]. Moscow: Transport Publ., 1975. 185 p.
5. Inozemtsev V.G. Pravila tyagovykh raschetov dlya poezdnoi raboty [Rules of traction calculations for train work]. Moscow: Transport Publ, 1985. 122 p.
6. Ventsevich L.E. Tormoza podvizhnogo sostava zheleznykh dorog [Railway Train brakes]. Moscow: UMTs ZhDT Publ., 2010. 559 p.
7. Galai E.I., Rudov P.K., Galai E.S. Tormoznaya sila kompozitsionnykh tormoznykh kolodok po mere ikh iznosa na gruzovykh vagonakh [Braking force of composite brake pads as they wear out on freight wagons]. *Materialy X Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Problemy bezopasnosti na transporte»* [Proceedings of the X International Scientific and Practical Conference «Problems of safety in transport»]. Gomel, 2020, pp. 39–41.
8. Pravila tekhnicheskogo obsluzhivaniya tormoznogo oborudovaniya i upravleniya tormozami zheleznodorozhnogo podvizhnogo sostava : utverzhdeny 6–7.05.2014 Sovetom po zheleznodorozhnomu transportu gosudarstv – uchastnikov Sodruzhestva [Rules for the maintenance of the brake equipment and the brake control of railway rolling stock: approved May 6–7, 2014 by the Council for Railway Transport of the Commonwealth Member States]. Moscow, 2014. 268 p.
9. Asadchenko V.R. Avtomaticheskie tormoza podvizhnogo sostava [Automatic train brakes]. Moscow: Marshrut Publ., 2006. 392 p.
10. Krylov V.I. Tormoznoe oborudovanie zheleznodorozhnogo podvizhnogo sostava. [Railway train braking equipment]. Moscow: Transport Publ., 1989. 487 p.

11. Abashkin I.V. Instruksiya po ekspluatatsii tormozov podvizhnogo sostava zheleznykh dorog. [Operating instructions for train brakes]. Moscow: Transinfo Publ., 2005. 160 p.
12. Burchenkov V.V. Avtomatizatsiya kontrolya tekhnicheskogo sostoyaniya podvizhnogo sostava [Automation of control of the technical condition of train]. Gomel': BelGUT Publ., 2008. 235 p.
13. Sergeev B.B. Avtomaticheskie tormoza. Chast' 1. [Automatic brakes. Part 1]. Omsk: OmGUPS Publ., 2007. 31 p.
14. Galai E.I., Rudov P.K., Galai E.E. Tormoznye sistemy zheleznodorozhnogo transporta. Raschet avtomaticheskikh tormozov [Brake systems of railway transport. Calculation of automatic brakes]. Gomel': BelGUT Publ., 2014. 271 p.
15. Gundorova E.P. Tekhnicheskie sredstva zheleznykh dorog [Technical means of railways]. Moscow: Marshrut Publ., 2003. 496 p.
16. Khudonogov A.M., Ivanov P.Yu., Manuilov N.I., Dulskii E.Yu. Intellektual'naya sistema tormoznoj seti poezda [Intellectual system of train braking network]. *Izvestiya PGUPS* [Bulletins of the Petersburg State Transport University], 2018, no. 1, pp. 130–135.
17. Baranov V.N. Primenenie mikrokontrollerov AVR: skhemy, algoritmy, programmy (+CD) [Application of microcontrollers AVR: schemes, algorithms, programs (+ CD)]. Moscow: Dodeka-XXI Publ., 2006. 288 p.
18. Myshlyayeva I.M. Tsifrovaya skhemotekhnika [Digital circuitry]. M.: Akademiya Publ., 2005. 400 p.
19. Chuev S.G., Tagiev P.M., Populovskii S.A., Utenkov S.A. TOL – Novaya sistema upravleniya tormozami dlya lokomotivov [TOL – is a new brake control system for locomotives]. *Lokomotiv* [Locomotive], 2022, no. 1, pp. 32–36.

Информация об авторах

Родченко Александр Дмитриевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры вагонов и вагонного хозяйства, Омский государственный университет путей сообщения, Омск; e-mail: Rodchenko_57@mail.ru.

Томилова Ольга Сергеевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры вагонов и вагонного хозяйства, Омский государственный университет путей сообщения, Омск; e-mail: motovilova@yandex.ru.

Сергеев Павел Борисович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры вагонов и вагонного хозяйства, Омский государственный университет путей сообщения, Омск; e-mail: Sergeevpb78@mail.ru.

Михеев Владислав Александрович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры вагонов и вагонного хозяйства, Омский государственный университет путей сообщения, Омск; e-mail: Micheev_v_a@mail.ru.

Information about the authors

Alexander D. Rodchenko, Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Wagons and Wagon Facilities, Omsk State Transport University, Omsk; e-mail: Rodchenko_57@mail.ru.

Olga S. Tomilova, Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Wagons and Wagon Facilities, Omsk State Transport University, Omsk; e-mail: motovilova@yandex.ru.

Pavel B. Sergeev, Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Wagons and Wagon Facilities, Omsk State Transport University, Omsk; e-mail: Sergeevpb78@mail.ru.

Vladislav A. Mikheev, Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Wagons and Wagon Facilities, Omsk State Transport University, Omsk; e-mail: Micheev_v_a@mail.ru.