

УДК 629.4.06

*П. Ю. Коновалов, Ю. П. Булавин, И. В. Прасол, А. С. Лопатка***РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПОПАДАНИЯ ИНОРОДНЫХ ПРЕДМЕТОВ
В ПЕСОЧНУЮ СИСТЕМУ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ТЯГОВЫХ СВОЙСТВ
ПАССАЖИРСКИХ ЛОКОМОТИВОВ¹**

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы необходимости подачи песка под движущие колеса локомотивов и факторы, влияющие на надежность и исправность работы песочных системы. Так же представлен анализ того, как происходит воздействие воздушной среды на элементы экипажной части подвижного состава при движении поезда. Выявлены возможные причины закупоривания песочных труб. Предложено устройство запорного механизма с дистанционным управлением и необходимое оборудование для исключения случаев попадания инородных предметов в подсыпные рукава песочной системы локомотивов различного типа и назначения.

Ключевые слова: коэффициент сцепления, климатические условия, песочная система, закупоривание песочных труб, запорные устройства, подсыпной рукав.

Для цитирования: Разработка системы контроля попадания инородных предметов в песочную систему для улучшения тяговых свойств пассажирских локомотивов/ П. Ю. Коновалов, Ю. П. Булавин, И. В. Прасол, А. С. Лопатка // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 1. – С. 107 – 112.

При движении подвижного состава в условиях способствующим снижению сцепления, таким как, увлажненные или покрытые снегом рельсы, кривые участки пути и затяжные подъемы, коэффициент сцепления может достигать минимальных значений, вследствие чего движущие колеса тягового подвижного состава могут проскальзывать, что приводит к негативным последствиям и дорогостоящему ремонту. В первую очередь происходит износ материалов рельса и колесных бандажей. Способом предотвращения и снижения боксования, является применение бортовых противобуксовочных систем, которые способствуют снижению тягового момента путем уменьшения скорости вращения колесных пар, а также применения системы пескоподдачи для повышения величины коэффициента сцепления в зоне контакта колес локомотивов с рельсами [1]. Снижение скорости поезда является недопустимым фактором, так как приводит к нарушению графика движения.

Для повышения коэффициента сцепления применяют подачу песка на поверхность рельса под колесную пару бортовой пневматической системой пескоподдачи. Песок под колесную пару должен подаваться просеянный и сухой, с частицами определенного размера [2]. Существует большое количество конструкций по исполнению систем подачи песка на тяговых единицах. Однако, они состоят из основных компонентов – это, песочные бункера, форсунки, пескопровод, подсыпной рукав и концевые насадки на рукав позволяющие правильно скорректировать подачу песка в зону контакта колес с рельсами.

На основе опыта эксплуатации тягового подвижного состава, было установлено, что в наихудших условиях по сцеплению находится первая по ходу движения колесная пара, потому что проходит по наиболее влажным и загрязненным рельсам в отличие от

последующих колес [3], исходя из этого более эффективно подавать песок под первую колесную пару по направлению движения локомотива, при этом подсыпные трубы необходимо располагать без изгибов и острых углов. Это поможет избежать накопления песка и его слеживания, что может привести к частичной или полной закупорке пескопровода.

Регулировка форсунок песочниц на подачу песка реализуется с разным количеством в единицу времени, с максимальным под первую и с уменьшением под последующие колесные пары, с целью реализации экономичного режима расхода песка, так как частица песка остаются на поверхности рельса и попадают под последующие по ходу движения колеса локомотива. Из опыта эксплуатации установлено, что при трогании состава с места особое внимание необходимо уделять подаче под первую «лимитирующую по сцеплению» колесную пару, так как происходит перераспределение веса на заднюю часть локомотива. Избыточная подача песка при низких скоростях движения и при полной остановке поезда может оказаться причиной того, что колесные пары оказавшись на слое частиц песка, препятствуют прохождению электрического сигнала, поступающего на локомотивную сигнализацию, и показания локомотивного светофора сбиваются и искажаются, а также в некоторых случаях данный факт являются срабатыванием «ложной свободности» на блок участке железнодорожного перегона. Если одиночный локомотив остановлен с применением песка на участке с автоблокировкой или на станции с электрической централизацией, то после остановки необходимо съехать на чистые рельсы. В случаях экстренного торможения подача песка прекращается при скорости 10 км/ч.

Несмотря на то, что многие элементы системы подачи песка постоянно подвергаются усовершенствованию и модернизации для повышения надежности путем устранения проблем, выявленных в процессе эксплуатации, существует ряд неисправностей препятствующей нормальной работе данных систем. К характерным отказам пескоподачи можно отнести: полное или частичное закупоривание пескопроводящих труб, комкование и слеживание увлажненного песка в бункерах и в корпусе форсунок песочниц, уменьшенная скорость подачи песка на поверхность рельса вследствие увлажнения и комкования песка в песочном рукаве, сдувание песка боковым ветром вследствие несвоевременной регулировки насадки песочного рукава и низкой скорости истечения песковоздушной смеси за счет конструктивных особенностей систем. Данные виды отказа влияют на эффективность применения системы пескоподачи и на тяговые свойства локомотивов в целом.

Для повышения надежности систем пескоподачи в песочных бункерах применяют системы разрыхления песка, таких как шнековые и лопаточные ворошилки [4], а также пневматическим способом, за счет подвода сжатого воздуха в слой песка, расположенного в бункере [5]. На тяговом подвижном составе в настоящее время стали оборудовать песочные бункеры различными системами определения уровня и увлажненности запаса песка на локомотиве [6].

При движении на локомотив воздействует сила сопротивления движения поезда, направленная против движения [7-9]. Перед ним образуется зона сжатого воздуха, которое оказывает встречное давление на лобовую стенку и крышу локомотива, соприкасаясь со струями скользящего по ним воздуха, увлекают часть потока за собой, за счет трение частиц воздуха о стенки локомотива и между собой. В пространстве под локомотивом и у выступающих частей экипажной части создаются турбулентные завихрения воздушного потока. Это явление создает силы сопротивления воздушной среды [10].

Следуя выше сказанного, при движении локомотива всегда задействованы песочные трубы, расположенные по ходу движения колесной пары каждой тележки, а песочные трубы, направленные встречно движению локомотива, остаются не задействованы.

В зимних климатических условиях потоки встречной среды захватывают частички снега и попадают в песочные трубы локомотива, направленные против движения, способствуя частичному или полному закупориванию пескоподающих труб, особенно это распространено во время мокрого снега.

Согласно «Правилам технической эксплуатации железных дорог» на магистральных путях запрещается эксплуатация тяговые единицы в состав поезда имеющие неисправность системы подачи песка [11].

При приемке локомотива и смене направления движения локомотивная бригада должна проверить подачу песка под все колесные пары локомотива, для устранения засорения локомотивная бригада должна прочищать песочные трубы, если трубы были закупорены льдом или снегом прочистить их путем остукивания молотком.

Исходя из этого песочная система должна быть исправна во время движения локомотива, учитывая, что движение поезда может происходить безостановочно, при изменении климата возможно закупоривание песочных труб локомотива направленных против движения. Контроль неисправности песочных труб возможен только при остановке и осмотре поезда.

Для решения поставленной задачи по предотвращению в процессе эксплуатации таких отказов, как частичное и полное закупоривание пескоподающих труб, предлагается разработка системы закрытия песочных труб и дистанционного управления с пульта машиниста.

Запорная арматура в технических устройствах играют важную роль, основное назначение – это регулировка подачи транспортируемого вещества либо полное ее прекращение. Запорная арматура применяется во всех сферах промышленности трубопроводной, газовой, нефтяной, а также применяется в конструкции подвижного состава в системе охлаждения, масляной и топливной системах. К запорным устройствам относятся задвижки, вентили, шаровые краны, поворотные затворы.

Для разработки системы предотвращения попадания инородных тел в систему подачи песка, рационально применить запирающее устройство выхлопной трубы, широко применяемые на грузовом и городском автотранспорте с вертикальным расположением выхлопной системы отработанных газов (Рис.1). Конструктивные особенности данного запирающего устройства позволяют легко его модернизировать и установить в систему подачи песка.



Рис. 1. Запирающее устройство выхлопной трубы

Для управления запирающим устройством предлагается применение пневматического цилиндра с односторонней подачей воздуха.

Работа запирающего устройства следующая: положение заслонки нормально открыто, при появлении сжатого воздуха в питательной системе локомотива, заслонка автоматически закрывается, при необходимости подачи песка срабатывает электропневматический вентиль в системе питания пневмоцилиндра, тем самым подача сжатого воздуха прекращается, запирающее устройство открывается усилием притягивающей пружины пневмопривода (Рис.2).

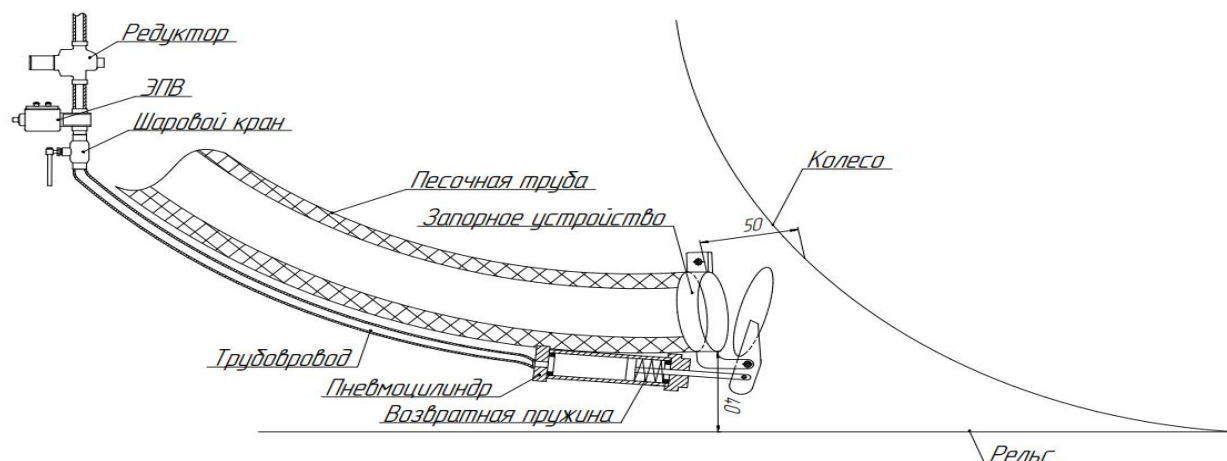


Рис. 2. Схема установки запорного устройства подсыпного рукава

Давление сжатого воздуха в питательной магистрали локомотива находится в диапазоне до 0,9 МПа, с целью понижения давления до требуемого пневмоцилиндром, необходимо в пневматическую магистраль установить редуктор регулирования давления сжатого воздуха.

Для дистанционной работы устройства необходим электропневматический вентиль. Открытие вентилей происходит при получении электрического сигнала 110 В на катушку возбуждения от бортовой системы питания цепей управления.

Установка шарового крана необходима на случай неисправности приборов управления пневмоцилиндром и аварийных утечек питающего трубопровода. Перекрытие краном подачу воздуха к пневмоцилиндру, запирающее устройство подсыпного рукава будет находиться в открытом положении за счет выпуска сжатого воздуха из корпуса пневматического цилиндра и перемещения штока с помощью возвратной пружины. Нормально открытое положение запирающего устройства подсыпного рукава позволяет беспрепятственно реализовать подачу песка под движущие колеса локомотива даже при аварийном состоянии питающей магистрали и приборов управления пневмоцилиндром.

В данной схеме автоматического запирания песочной трубы применены уже существующие устройства, что уменьшает стоимость создания данной конструкции, а также унифицированы по входным и выходным отверстиям для удобства сборки и замены неисправных приборов. Модернизация локомотивов по установке предлагаемой системы контроля и предотвращения попадания инородных предметов в песочную систему может быть реализована на базе локомотивного депо, что существенно упрощает внедрение данной системы и способствует повышению надежности работы пневматической системы пескоподдачи и тяговых свойств локомотивов в целом.

Библиографический список

1. Памятка локомотивной бригаде «По недопущению боксования колесных пар локомотива»: [утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 1 марта 2013 г. № ЦТ-34р] // ГАРАНТ. Информационно-правовое обеспечение. URL: <https://base.garant.ru/70614380> (дата обращения: 03.10.2024).
2. Технические требования "Песок для песочниц локомотивов, следующих по территории государств - участников Содружества": [утверждены Советом по железнодорожному транспорту государств – участников Содружества от 4 - 5 ноября 2015 г. N 63] (приложение 20 к Протоколу 63 заседания Совета по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества). Информационно-правовое обеспечение. – URL: <https://base.garant.ru/71286758> (дата обращения 03.10.2024).

3. **Коновалов, П. Ю.** Совершенствование пневматических систем пескоподдачи локомотивов и улучшение их эксплуатационных показателей: диссертация ... кандидата технических наук: 2.9.3. / Коновалов Павел Юрьевич; [место защиты: ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения»; Диссовет Д 218.010.Хх (44.2.005.03)]. – Ростов-На-Дону, 2023. – 265 С.: Ил.

4. Патент SU1418133 A1, МПК B61C 15/10. Песочница локомотива / Ю. И. Осенин, А. Л. Голубенко, В. П. Ткаченко [и др.]. – № 4200809; заявл. 26.02.1987; опубл. 23.08.1988, Бюл. № 31. – 2 с.

5. Скоростной электропоезд ЭС1 «Ласточка» / А. Ю. Слизов, А. Г. Брагин, В. О. Ивашенко, А. В. Ширяев, М. В. Матвеев. – Москва: ФГБУ ДПО «Учебно – методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2019. – 236 с. – ISBN 978-5-9070055.

6. Patent CN103072584A, Int. C. B61C 15/10. Sand spreading system for light rail vehicle – № CN201310015577.5; filed 16.01.2013; published 01.05.2013. – 10 p.

7. **Устемирова, Р. С.** Возбудители колебаний и вопросы возмущения подвижного состава от состояния пути / Устемирова Р. С., Кайнарбеков А. К., Каспакбаев К. С // Промышленный транспорт Казахстана. – Алматы, 2020. – №2(67). – С. 66-71.

8. Исследование колебаний системы с переменной жёсткостью / И. А. Яицков, Б. А. Шемшура, А. С. Личковаха, С. А. Кузнецов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2021. – № 8. – С. 215-222. – DOI 10.24412/2071-6168-2021-8-215-222. – EDN YXHGVVD.

9. **Маклаков, С. Ф.** Использование свойств материалов для обеспечения безопасной эксплуатации транспортных средств / С. Ф. Маклаков, В. А. Мишин, И. А. Яицков // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 1. – С. 501-508. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-1-501-502. – EDN MUXEES.

10. **Шапшал, А. С.** Учебно-методический комплекс специализации «Локомотивы»: учеб. пособие в 3 ч. ч. I / А. С. Шапшал, А. Е. Богославский, М. К. Григорьянц [и др.]; под ред. А. С. Шапшала; ФГБОУ ВПО РГУПС. – Ростов Н/Д, 2015. – 118 С.: Ил.

11. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации [утверждены приказом Минтранса РФ от 23.06.2022 № 250] // Официальный интернет-портал информации. – URL: www.pravo.gov.ru (дата обращения 23.10.2024).

P. Y. Konovalov, Y. P. Bulavin, I. V. Prasol, A. S. Lopatka

DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR CONTROLLING THE INGRESS OF FOREIGN OBJECTS INTO THE SAND SYSTEM TO IMPROVE THE TRACTION PROPERTIES OF PASSENGER LOCOMOTIVES

Abstract. This article discusses the need to supply sand to the driving wheels of locomotives and the factors affecting the reliability and serviceability of the sand system. An analysis of how the air environment affects the elements of the carriage part of the rolling stock during train movement is also presented. Possible causes of blockage of sand pipes have been identified. A remote-controlled locking mechanism and the necessary equipment are proposed to prevent foreign objects from entering the sand hoses of locomotives of various types and purposes.

Keywords: coefficient of adhesion, climatic conditions, sand system, clogging of sand pipes, shut-off devices, filling sleeve.

For citation: Development of a system for controlling the ingress of foreign objects into the sand system to improve the traction properties of passenger locomotives / P. Y. Konovalov, Y. P. Bulavin, I. V. Prasol, A. S. Lopatka // Trudy

Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobseniya. – 2025.
– № 1. – P. 107– 112.

Сведения об авторах**Коновалов Павел Юрьевич**

Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Тяговый подвижной состав»,
кандидат технических наук,
доцент,
e-mail: pashafromru@yandex.ru

Булавин Юрий Павлович

Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Вагоны и вагонное хозяйство»,
кандидат технических наук,
доцент,
e-mail: yp@bulavin.org

Прасол Игорь Владимирович

Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Тяговый подвижной состав»,
студент,
e-mail: prasol.1999@mail.ru

Лопатка Алина Сергеевна

Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Тяговый подвижной состав»,
студент,
e-mail: lopatka7alya@mail.ru

Information about the authors**Kononov Pavel Yurievich**

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Traction Rolling Stock»,
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
e-mail: pashafromru@yandex.ru

Bulavin Yuri Pavlovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Cars and Car Economy»,
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
e-mail: yp@bulavin.org

Prasol Igor Vladimirovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Traction Rolling Stock»,
Student,
e-mail: prasol.1999@mail.ru

Lopatka Alina Sergeevna

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Traction Rolling Stock»,
Student,
e-mail: lopatka7alya@mail.ru