

Горбунов Н.И., Ковтанец М.В., Ковтанец Т.Н., Просвинова О.В.

МОДЕРНИЗАЦИЯ МЕТОДА ПОВЫШЕНИЯ ТЯГОВО-ТОРМОЗНЫХ КАЧЕСТВ ЛОКОМОТИВА ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ

Представлены результаты исследований факторов влияющих на вероятность безотказной работы элементов стрелочных переводов. В работе выполнен анализ работы песочных систем локомотивов, а также сложности путевого хозяйства в очистке рельсошпальной решетки, что позволило определить причины засорения стрелочных переводов песком. Изучена работа элементов автоматической локомотивной сигнализации и разработана инновационная система блокирующая песочную систему локомотива при прохождении стрелочных переводов.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, песочная система локомотива, стрелочный перевод, автоматическая локомотивная сигнализация, изолирующий стык.

Постановка проблемы. Железнодорожный транспорт занимает ведущее место в реализации задач экономики и потребности населения Украины в перевозках. Стремление к развитию высокоскоростного движения накладывает особую ответственность в плане выхода на новый уровень строительства и эксплуатации объектов железнодорожной инфраструктуры.

Для повышения эффективности работы железнодорожного транспорта необходимы шаги, направленные на автоматизацию процессов и систем, связанных в первую очередь с безопасностью, надежностью и скоростью движения транспорта. Особое место в путевом хозяйстве занимают стрелочные переводы, которые достаточно сложны по конструкции, работают в более тяжелых условиях, чем магистральный путь, и представляют собой ответственные и дорогостоящие элементы верхнего строения пути.

Стрелочные переводы, являющиеся неотъемлемой частью железнодорожной инфраструктуры, представляют также один из слабых компонентов пути. Они сложны, подвержены отклонениям геометрических параметров и повреждениям в эксплуатации, поскольку их конструкция включает движущиеся части и крестовину, на которые воздействуют высокие динамические нагрузки. Это приводит к повышению стоимости их технического обслуживания и ремонта, обуславливает значительные расходы на текущее содержание пути. С отказами стрелочных переводов, наиболее характерными из которых являются неправильное положение остряка и замыкание рельсовых цепей, связаны частые аварии и нарушения движения поездов.

По статистике более 20% отказов железнодорожной автоматики приходится на систему электрической централизации стрелочных переводов, от надежности которых в большой степени зависит скорость и безопасность движения железнодорожного транспорта [1].

По данным [2, 3], для обеспечения бесперебойного функционирования стрелочных переводов необходимо:

- при текущем их содержании на участках с автоблокировкой и электрической централизацией обеспечивать работоспособность элементов рельсовых кругов, исправность изоляции и соединителей;
- обеспечивать своевременную смазку всех трущихся элементов в стрелке и крестовине с подвижным сердечником;
- очищать от загрязненного смазочного масла, песка, а в зимнее время от снега и льда все части стрелочных переводов, создавая зазор между подошвой рельса и поверхностью балласта не меньше 3 см;
- не допускать накопление воды, песка и снега возле электропривода, рабочих и контрольных тяг, на подушках, между остряком и рамным рельсом;
- создать условия плотного прилегания остряка к рамному рельсу и опору на все стрелочные подушки.

Одним из условий безотказной работы стрелочного перевода является отсутствие скоплений песка между остряком и рамным рельсом. Это же условие относится и к стрелочному замку, который запирает остряк в его конечных положениях, а также к подвижному сердечнику крестовины. Накопление песка происходит при движении локомотива с включенной системой пескоподачи при прохождении стрелочного перевода.

Как следует из перечисленных факторов, одним из основных процессов, влияющих на работоспособность стрелочных переводов, является попадание песка и сопутствующие этому явления (конденсация влаги, таяние снега и др.).

Проблема поддержания стрелочных переводов в свободном от песка состоянии стоит перед железными дорогами в течение многих десятилетий. Особую остроту она приобрела после внедрения систем дистанционного управления стрелочными переводами на разветвленной сети рельсовых путей, которой свойственно наличие большого количества стрелочных переводов.

Засорение зазора между остряком и рамным рельсом, а также переводного механизма стрелочного перевода требует больших расходов на его очистку, а также может привести к выходу устройства из строя [2, 3]. Требования к работе песочной системы локомотива предусматривают запрет ее использования в стрелочном переводе, однако на практике они не выполняются.

Целью работы. Создание системы, блокирующей песочную систему локомотива при прохождении стрелочных переводов, которая позволит автоматически блокировать подачу песка при прохождении стрелочных переводов и повысить вероятность безотказной работы элементов стрелочного перевода.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ устройства и работы песочных систем локомотивов, определить причины засорения стрелочных переводов песком.

2. Создать систему автоматического блокирования песочной системы локомотива при прохождении стрелочных переводов с минимальными конструктивными изменениями.

Основная часть. Как известно, песочная система локомотива предназначена для увеличения силы сцепления между колесами и рельсами, т.е. для реализации большей силы тяги при трогании с места и наборе скорости, а так же для обеспечения эффективности торможения [4]. В большинстве случаев песок подается при нажатии машинистом соответствующей педали песочницы или кнопки подачи песка. Так же автоматическая подача песка под колесные пары происходит после нажатия кнопки «Аварийный стоп» одновременно с режимом экстренного торможения поезда.

Преимущество кварцевого песка не только в возможности значительного увеличения коэффициента сцепления, но и дешевизне и простоте применения на локомотиве. Этот способ наряду с неоспоримыми преимуществами имеет и явные недостатки. В работах [5, 6] установлено, что количество песка в контакте колеса с рельсом должно быть строго регламентировано – для тяги наилучший результат достигается при подаче песка в один слой с расстоянием между частицами равным трем радиусам частей (насыщенность заполнения контакта составляет 0,06 кг/м²). Таким образом, количество песка n , подаваемого на погонный метр рельса на дорожке качения шириной 10 мм должно быть равно 0,6 г/м [7].

Следует подчеркнуть, что применение песка для увеличения сил сцепления требует огромных расходов. Это миллионы тонн песка, которые необходимо добыть, перевезти и по специальной технологии обработать. Ежегодно для улучшения взаимодействия колес с рельсами на сети железных дорог расходуется более трех миллионов кубических метров песка. В среднем на один километр рельсового полотна приходится более 20 тонн отработанного песка [5, **Ошибка! Закладка не определена.**6].

На основании изученной информации получена аналитическая формула для расчета количества песка, подаваемого на рельс в зависимости от производительности песочницы и скорости движения локомотива [7]:

$$n = \frac{60 \cdot P}{V} \text{ г/м,} \quad (1)$$

где P – производительность песочницы локомотива, кг/мин;

V – скорость движения локомотива, км/ч.

Согласно данным из депо и литературных источников [7, 8] производительность песочных систем изменяется в широком диапазоне (табл. 1). На современных локомотивах применяются песочные системы, в которых производительность подачи песка варьируется в пределах 0,8-1,0 кг/мин. На локомотивах более ранних годов производства, которые продолжают также использоваться в эксплуатации на железных дорогах Украины, расход песка под колесные пары локомотива доходит до 10 кг/мин.

Таблица 1

Производительность песочниц локомотивов

Род службы	Маневровый			Грузовой				Пассажирский		
	ТЭМ1, ТЭМ2	ТГМ3	ТЭМ103, ТЭМ104	ТЭ3	ТЭ10	2ТЭ10Л, 2ТЭ10В, 2ТЭ10М	2ТЭ116	ТЭП60	ТЭП70	ТЭП150
Тип/серия										
Производительность форсунок песочниц, кг/мин	0,6-2,5	0,7-2,0	1,0-1,5	1,0-5,0	2,0-10,0	0,75-1,3	1,0-1,5	1,0-5,0	1,0-5,0	1,0-1,5

Проведенный анализ экспериментальных исследований и результаты расчета (рис. 1) показывают, что в эксплуатации при скорости движения до 40 км/ч даже при производительности песочных систем до 1 кг/мин наблюдается значительный перерасход песка. Это приводит к загрязнению рельсошпальной решетки и балластной призмы, что экологически неблагоприятно и экономически не выгодно.

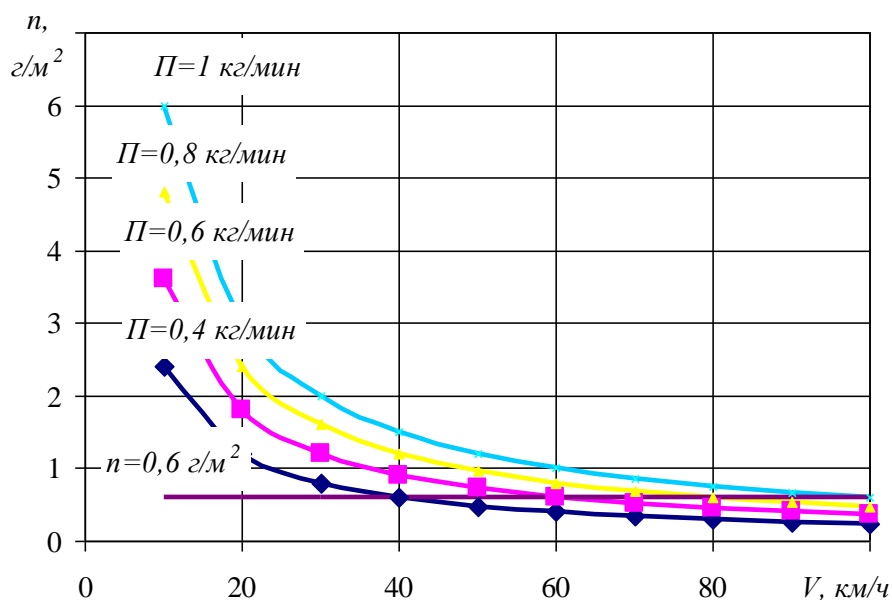


Рис. 1. Зависимость количества песка n , подаваемого на один метр рельса, от скорости $V = 10 \div 100$ км/ч ($P = 0,4 \div 1$ кг/мин) [7]

В общем случае песочная система работает следующим образом.

При нажатии кнопки подачи песка срабатывает электропневматический клапан, пропуская воздух из воздухопровода к воздухораспределителю, который сработав – пропускает его из питательной магистрали к форсункам. В эти же форсунки из бункеров самотеком попадает песок, который перемещается подведенным воздухом по трубопроводам и наконечники под колесные пары локомотива [8].

В процессе работы песочной системы под каждое колесо выбрасывается в среднем от 550 до 950 г/мин песка [8], в зависимости от типа и серии локомотива (см. Таблица 1). На рис. 2 показан процесс подачи (в эксплуатации) песковоздушной смеси из наконечника песочной системы локомотива на рельс.



Рис. 2. Процесс подачи (в эксплуатации) песковоздушной смеси из наконечника песочной системы локомотива на рельс

При прохождении локомотивом стрелочного перевода и использования песочной системы, излишнее количество песка попадает в зазор между острием и рамным рельсом, а также в переводной механизм, ухудшая условия их работы и может привести к выходу устройства из строя.

Проблема поддержания стрелочных переводов в свободном от песка состоянии стоит перед железными дорогами в течение многих десятилетий. Особую остроту она приобрела после внедрения систем дистанционного управления стрелочными переводами на разветвленной сети рельсовых путей, которой свойственно наличие большого количества стрелочных переводов.

По данным [9, 10], для обеспечения бесперебойного функционирования стрелочных переводов необходимо:

– при текущем содержании стрелочных переводов на участках с автоблокировкой и электрической централизацией особое внимание необходимо обращать на состояние элементов рельсовых кругов, исправность изоляции и соединителей;

– обеспечивать своевременную смазку всех трущихся элементов в стрелке и крестовине с подвижным сердечником;

– очищать от загрязненного смазочного масла, песка, а в зимнее время от снега и льда все части стрелочных переводов, обеспечивая просвет между подошвой рельса и поверхностью балласта не меньше 3 см;

– не допускать накопление воды, песка и снега возле электропривода, рабочих и контрольных тяг, на подушках, между острием и рамным рельсом;

– острием должен плотно прилегать к рамному рельсу и лежать на всех стрелочных подушках.

Засорение промежутка между острием и рамным рельсом, а также переводного механизма стрелочного перевода требует больших расходов на их очистку, а также может привести к выходу устройства из строя и сходу состава с рельсов.

При наличии в зазоре между острием и рамным рельсом снега и попадания на него теплой песковоздушной смеси, происходит таяние снега с дальнейшим обледенением, что вызывает нарушение функционирования работы стрелочного перевода.

Предлагается создание системы, заключающейся в автоматическом блокировании электропневматического вентиля песочной системы перед участком, содержащим стрелочный перевод и, как следствие, обеспечении невозможности попадания песка на его элементы [11, 12].

В процессе исследования работы песочной системы и особенностей прохождения локомотивом стрелочных переводов выявлено, что поставленная задача может быть рационально решена при помощи устройств системы автоматической локомотивной сигнализации (АЛС), в которой возможна регистрация наличия стрелочных переводов с помощью регистрации изолирующих стыков, которые устанавливаются до и после дистанционно-управляемых стрелочных переводов и предназначены для электрической изоляции разнополярных (разнофазовых) рельсовых нитей через элементы стрелочных переводов [13, 14].

В системах локомотивной сигнализации (ЛС) передающие путевые устройства (трансммиттеры) зашифровывают сигнальные показания путевых светофоров, которые в виде электрических кодированных сигналов через рельсовую цепь передаются на локомотив. Приёмные катушки (рис. 3), установленные на локомотиве, улавливают действие магнитного поля, наводимого сигнальным током вокруг рельсов. Сигналы, проходя через электрический фильтр и усилитель, дешифруются локомотивным дешифрующим устройством, преобразовываются в показания на локомотивном светофоре в кабине машиниста, соответствующие путевому сигналу, к которому приближается поезд. Перед светофором в рельсовой цепи находится изолирующий стык, изменяющий уровень сигнала на дешифраторе [15, 16].

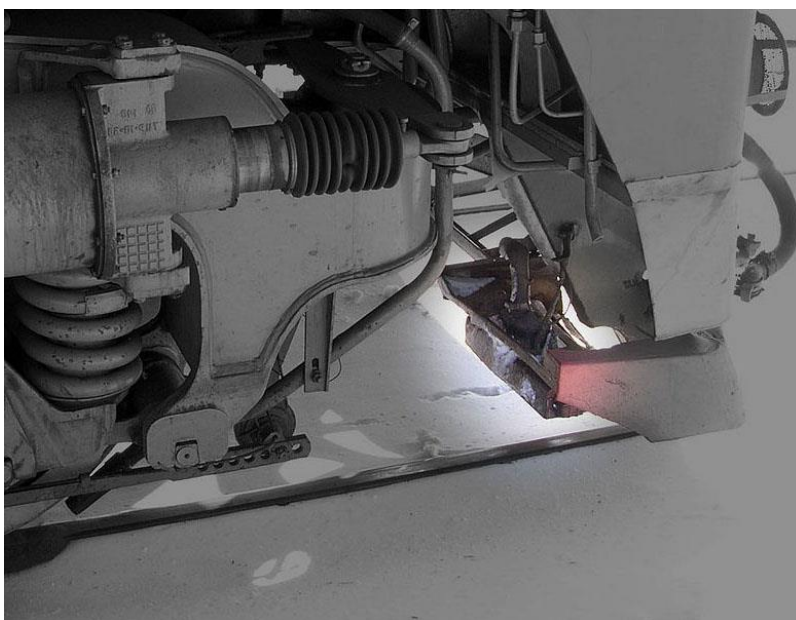


Рис. 3. Установленные на локомотиве приемные катушки

При исследовании работы АЛС, выявлено, что проезд любого изолирующего стыка вызывает резкое искажение кодового цикла. Это связано с тем, что полярность торцов рельсов по обе стороны изолирующего стыка всегда различная. Так же, с искажением цикла всегда имеет место резкое увеличение амплитуды магнитной индукции на приемных катушках, отличающееся от эталонных сигналов АСЛ (рис. 4) [17, 18].

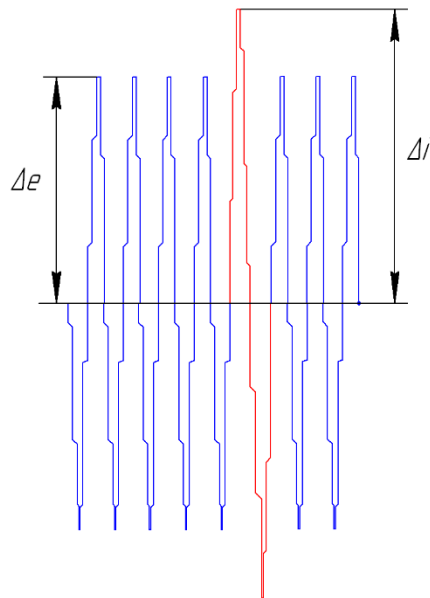


Рис. 4. Запись сигналов при проезде изолирующих стыков
 Δe – эталонные сигналы АСЛ; Δi – увеличение амплитуды магнитной индукции на приемных катушках при проезде изолирующих стыков

Для достижения поставленной цели, используя выявленные особенности работы песочной системы локомотива и АЛС, а так же параметры прохождения изолирующих стыков, создана принципиально новая система автоматизации песочной системы (рис. 5). В общем виде система имеет такие элементы: передающее устройство АЛС (кодový путьовой трансмиттер (ТР) и трансформатор), сигнал от которого распространяется по рельсам; изолирующие стыки, препятствующие распространению сигнала на участке; приемные катушки, считывающие сигнал АЛС с искажениями и скачком амплитуды магнитной индукции во время прохождения изолирующего стыка; сигнал от приемных катушек поступает через электрический фильтр (Ф) и усилитель (У) на импульсное реле (ИР) и дешифратор (Д), который снабжен дополнительным реле времени, настроенным на время прохождения стрелочного перевода. Дешифратор реагирует на увеличение амплитуды магнитной индукции и соединен с электропневматическим вентилем песочной системы (ЭПВПС), снабженный блокиратором.

Инновационность данной системы заключается в том, что проходя изолирующие стыки перед стрелочным переводом, приемные катушки, передают искаженный сигнал с повышенной амплитудой через электрический фильтр и усилитель на импульсное реле и дешифратор, который реагируя на данное искажение амплитуды, блокирует электропневматический вентиль песочной системы на некоторое время с помощью реле времени.

Блокирование электропневматического вентиля на время следования по участку, содержащему стрелочный перевод, исключает возможность работы песочной системы локомотива. Время срабатывания t , на которое рассчитано реле времени, можно оценить по известной формуле (1):

$$t = \frac{S}{V_{\min}}, \quad (1)$$

где S – участок пути (нормированная длина рельсового пути), на котором песочная система должна быть заблокирована [19, 20], \bar{V}_{\min} – минимальная средняя скорость с которой локомотив проходит этот участок.

Скорость движения локомотива различна, поэтому для оценочного расчета выбирается наименьшее ее значение, с которой локомотив проходит данный участок, с учетом таких факторов, как трогание с места, маневровая работа на низких скоростях и т.д.

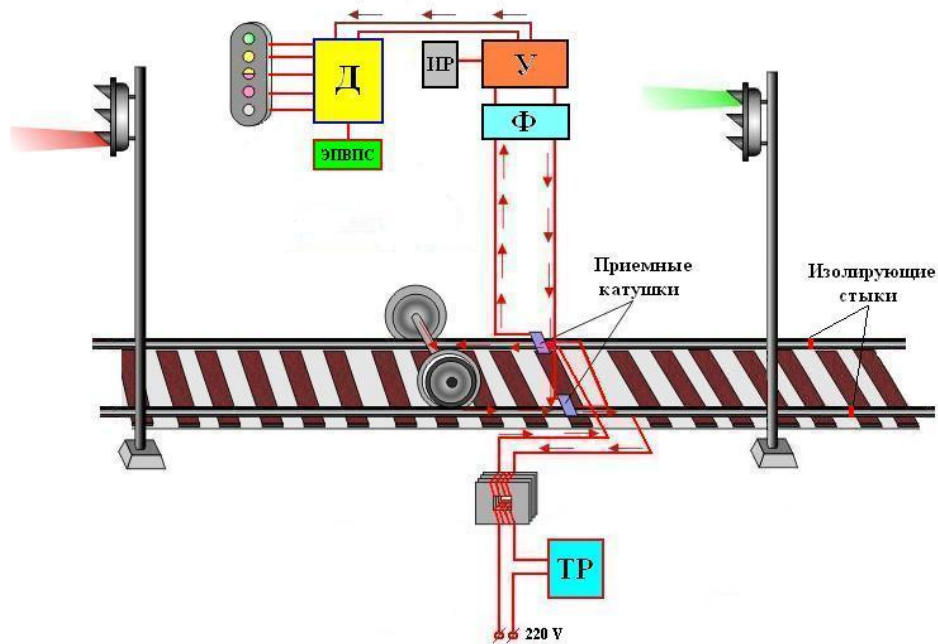


Рис. 5. Схема системы автоматизации песочной системы локомотива

Систему возможно настроить таким образом, что после прохода локомотивом стрелочного перевода и второго участка изолирующих стыков происходит идентичные действия, которые приводят к разблокированию электропневматического вентиля, что позволяет управлять работой песочной системы локомотива.

Стоит отметить, что в случае, проезда изолирующего стыка без необходимых для его фиксации искажений, система работает в обычном режиме, исключая возможности технических сбоев в работе песочной системы. Кроме того, предусмотрена возможность включения в работу песочной системы в стрелочных переводах при экстренных ситуациях [21, 22].

Рациональное использование в предложенной системе элементов АЛС и песочной системы локомотива даст положительный экономический эффект, так как требует установки минимального количества дополнительного оборудования и минимальных конструктивных изменений.

Выводы. В настоящей работе предложен и описан принцип действия системы автоматического блокирования песочной системы локомотива, направленной на повышение безопасности, надежности и эффективности работы железнодорожных стрелочных переводов. Практическое значение заключается в том, что автоматизация системы подачи песка существенно улучшит состояние стрелочных переводов, исключит попадание песка в зазор между острием и рельсом, что снизит ударные нагрузки и вероятность отказов стрелочных переводов, повысит безопасность при движении в стрелочном переводе и экономии ресурсов путевого хозяйства на очистку стрелочных переводов, так же увеличится продолжительность срока службы элементов стрелочных переводов, ходовой части локомотива и вагонов. В свою очередь, это положительно скажется на эффективности работы железнодорожного транспорта – комфорте пассажиров, соблюдения точного графика движения поездов и возможности увеличения скорости прохождения стрелочных переводов.

Литература

1. Маловічко В.В. Підвищення ефективності технічного обслуговування стрілочних переводів шляхом автоматизації контролю їх параметрів: автореф. дис. На здобуття наукового ступеню к.т.н.: 24.01.2011 / В.В. Маловічко. Дніпропетровськ, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна, 2011. – 20 с.
2. Каменский В.Б. Справочник дорожного мастера и бригадира пути / В.Б. Каменский, Л.Д. Горбов. – М.: Транспорт, 1985. – С. 215-218.
3. Даніленко Е.І. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України / Е.І. Даніленко, В.О. Яковлев, А.М. Орловський, М.І. Карпов та інші. - К.: Транспорт України, 2006. – 336 с.
4. Gorbunov N. Adhesion control in the system of «wheel-rail» / N. Gorbunov, M. Kovtanets, O. Prosvirova, E. Garkushin // Silesian University of Technology Faculty of Transport (Poland). – Transport Problems, Volume 7, Issue 3, 2012. – P. 15-24.
5. Осенін Ю.І. Фрикційна взаємодія колеса з рейкою / Ю.І. Осенін, Д.М. Марченко, І.О. Шведчікова. – Луганськ: Вид-во СУДУ, 1997. – 227 с.
6. Каменев Н.Н. Эффективное использование песка для тяги поездов / Н.Н. Каменев – М.: Изд-во Транспорт, 1968. – 87 с.

7. Кравченко К.О. Обґрунтування резервів підвищення тягових якостей локомотива та їх реалізація керуванням ковзання в системі колеса з рейкою: автореф. дис. ... к. т. н.: 05.22.07 / К.О. Кравченко. – Луганск: – 2010. – 23 с.
8. Филимонов С.П. Тепловоз 2ТЭ116 / С.П. Филимонов, А.И. Гибалов, Е.А. Никитин и др. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1996. – С. 109-114.
9. Даніленко Е.І. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України / Е.І. Даніленко, В.О. Яковлев, А.М. Орловський, М.І. Карпов та інші. – К.: Транспорт України, 2006. – 336 с.
10. Каменский В. Б. Справочник дорожного мастера и бригадира пути / В.Б. Каменский, Л.Д. Горбов. – М.: Транспорт, 1985. – 487 с.
11. Gorbunov M. Supplying system abrasive material with automatic dosing control / M. Gorbunov, V. Pistek, M. Kovtanets, O. Nozhenko, S. Kara, P. Kučera // *Vibroengineering PROCEDIA*, Volume 18, ISSN PRINT 2345-0533. 2018. – P. 207-214.
12. Gorbunov M. Development of the theory and methodology of controlling the local tribological contact thermomechanical loading / M. Gorbunov, M. Kovtanets, A. Kostyukevich, V. Nozhenko, G. Vaičiūnas, S. Steišūnas // *The proceedings of the 22nd International Scientific Conference. Transport Means 2018, 03-05 October, Trakai, Lithuania*. 2018. – P. 1383-1388.
13. Патент на корисну модель № 141636 В61С 15/10 (2006.01) Спосіб підвищення безпеки залізничного транспортного засобу / Горбунов М.І., Ковтанець М.В., Бурейка Г., Ковтанець Т.М., Герліці Ю., Просвірова О.В., Коротенко Б.М.; заявник і власник СНУ ім. В.Даля. – u 2019 08447; заявл. 17.07.2019; опубл. 27.04.2020, Бюл.№ 8. – 3 с.
14. Кравцов Ю.А. Системы железнодорожной автоматики- и телемеханики: Учеб. для вузов / Ю.А. Кравцов, В.Л. Нестеров, Г.Ф. Лекута и др.; Под ред. Ю.А. Кравцова. – М.: Транспорт, 1996. – 400 с.
15. Леонов А.А. Техническое обслуживание автоматической локомотивной сигнализации / А.А. Леонов – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1982. – 255 с.
16. Брылеев А.М. Автоматическая локомотивная сигнализация и авторегулировка / А.М. Брылеев и др. – М.: Транспорт, 1981. – 320 с.
17. Кулиш М.Л. Измерение магнитной индукции в рельсовом стыке / М.Л.Кулиш. – Автоматика, связь, информатика, 2005, № 11.
18. Волошко Ю.Д. Как работают стрелочные переводы под поездами / Ю.Д. Волошко, А.Н. Орловский. – М.: Транспорт, 1987, 120 с.
19. Шелухин В.И. Нормативная длина горочного стрелочного участка и зоны обнаружения / В.И. Шелухин, А.Г. Савицкий, М.Ю. Акинин, И.Н. Перов // *Автоматика, связь, информатика*. №2, 2007. – С. 28-32.
20. Козлов А.М. Проектирование железнодорожных станций и узлов справочное и методическое руководство / Издание 2-е, перераб. и доп. Под ред. А.М Козлова, К.Г. Гусевой. – М.: Транспорт, 1981. – С. 484-488.
21. Gorbunov M. Experimental study of the influence of friction surfaces cooling parameters on the efficiency of the braking system of a railway vehicle operation / M. Gorbunov, O. Prosvirnova, M. Kovtanets, V. Nozhenko, G. Bureika, V. Skrickij // *The proceedings of the 22nd International Scientific Conference. Transport Means 2018, 03-05 October, Trakai, Lithuania*. 2018. – P. 1435-1438.
22. Gorbunov M. Experimental study of brake frictional contact properties under the impact of local cooling and surfaces cleaning / M. Gorbunov, O. Prosvirnova, M. Kovtanets, S. Steišūnas, O. Fomin // *The proceedings of the 23rd International Scientific Conference. Transport Means 2019, 02-04 October, Palanga, Lithuania*. 2019. – P. 1281-1284.

References

1. Malovichko V.V. Pidvyshchennia efektyvnosti tekhnichnoho obsluhovuvannia strilochnykh perevodiv shliakhom avtomatyzatsii kontroliu yikh parametriv: avtoref. dys. Na zdobuttia naukovooho stupeniu k.t.n.: 24.01.2011 / V.V. Malovichko. Dnipropetrovsk, Dnipropetrovskiy natsionalnyi universytet zaliznychnoho transportu im. akademika V. Lazariana, 2011. – 20 s.
2. Kamenskiy V.B. Spravochnyk dorozhnoho mastera y bryhadyra puty / V.B. Kamenskiy, L.D. Horbov. – М.: Transport, 1985. – S. 215-218.
3. Danilenko E.I. Instruktziia z ulashtuvannia ta utrymannia kolii zaliznyts Ukrainy / E.I. Danilenko, V.O. Yakovliev, A.M. Orlovskiy, M.I. Karpov ta inshi. - K.: Transport Ukrainy, 2006. – 336 s.
4. Gorbunov N. Adhesion control in the system of «wheel-rail» / N. Gorbunov, M. Kovtanets, O. Prosvirnova, E. Garkushin // *Silesian University of Technology Faculty of Transport (Poland)*. – *Transport Problems*, Volume 7, Issue 3, 2012. – P. 15-24.
5. Osenin Yu.I. Fryktsiina vziaimodiia kola z reikoju / Yu.I. Osenin, D.M. Marchenko, I.O. Shvedchikova. – Luhansk: Vyd-vo SUDU, 1997. – 227 s.
6. Kamenev N.N. Эффеkтывное yсползование песка длia тяhy поездов / N.N. Kamenev – М.: Yzd-vo Transport, 1968. – 87 s.
7. Kravchenko K.O. Obgruntuvannia rezerviv pidvyshchennia tiahovykh yakosteі lokomotyva ta yikh realizatsiia keruvanniam kovzannia v systemi kola z reikoju: avtoref. dys. ... k. t. n.: 05.22.07 / K.O. Kravchenko. – Luhansk: – 2010. – 23 s.
8. Fylymonov S.P. Teplovoz 2ТЭ116 / S.P. Fylymonov, A.Y. Hybalov, E.A. Nykytyn y dr. 3-e yzd., pererab. y dop. – М.: Transport, 1996. – S. 109-114.

9. Danilenko E.I. Instruksiia z ulashtuvannia ta utrymannia kolii zaliznyts Ukrainy / E.I. Danilenko, V.O. Yakovliev, A.M. Orlovskiy, M.I. Karpov ta inshi. – K.: Transport Ukrainy, 2006. – 336 s.
10. Kamenskiy V. B. Spravochnyk dorozhnoho mastera y bryhadyra puty / V.B. Kamenskiy, L.D. Horbov. – M.: Transport, 1985. – 487 s.
11. Gorbunov M. Supplying system abrasive material with automatic dosing control / M. Gorbunov, V. Pistek, M. Kovtanets, O. Nozhenko, S. Kara, P. Kučera // Vibroengineering PROCEDIA, Volume 18, ISSN PRINT 2345-0533. 2018. – P. 207-214.
12. Gorbunov M. Development of the theory and methodology of controlling the local tribological contact thermomechanical loading / M. Gorbunov, M. Kovtanets, A. Kostyukevich, V. Nozhenko, G. Vaičiūnas, S. Steišūnas // The proceedings of the 22nd International Scientific Conference. Transport Means 2018, 03-05 October, Trakai, Lithuania. 2018. – P. 1383-1388.
13. Patent na korysnu model № 141636 B61C 15/10 (2006.01) Sposib pidvyshchennia bezpeky zaliznychnoho transportnoho zasobu / Horbunov M.I., Kovtanets M.V., Bureika H., Kovtanets T.M., Herlitsi Yu., Prosvirova O.V., Korotenko B.M.; zaiavnyk i vlasnyk SNU im. V.Dalia. – u 2019 08447; zaiavl. 17.07.2019; opubl. 27.04.2020, Biul.№ 8. – 3 s.
14. Kravtsov Yu.A. Системы зheleznodorozhnoi avtomatyky- y telemekhanyky: Ucheb. dlia vuzov / Yu.A. Kravtsov, V.L. Nesterov, H.F. Lekuta y dr.; Pod red. Yu.A. Kravtsova. – M.: Transport, 1996. – 400 s.
15. Leonov A.A. Tekhnicheskoe obsluzhyvanye avtomaticheskoi lokomotyvnoi syhnalyzatsyy / A.A. Leonov – 5-e yzd., pererab. y dop. – M.: Transport, 1982. – 255 s.
16. Вгылеев А.М. Avtomaticheskaiia lokomotyvnaia syhnalyzatsyia y avtorehulyrovka / A.M. Вгылеев y dr. – M.: Transport, 1981. – 320 s.
17. Kulysh M.L. Yzmerenye mahynnoi ynduksyy v relsovom styke / M.L.Kulysh. – Avtomatyka, sviaz, ynformatyka, 2005, № 11.
18. Voloshko Yu.D. Kak rabotaiut strelochnnye perevody pod poezdamy / Yu.D. Voloshko, A.N. Orlovskiy. – M.: Transport, 1987, 120 s.
19. Shelukhyn V.Y. Normativnaia dlyna horochnoho strelochnoho uchastka y zony obnaruzhenyia / V.Y. Shelukhyn, A.H. Savytskyi, M.Iu. Akynyn, Y.N. Perov // Avtomatyka, sviaz, ynformatyka. №2, 2007. – S. 28-32.
20. Kozlov A.M. Proektyrovanye zheleznodorozhnykh stantsyi y uzlov spravocnoe y metodicheskoe rukovodstvo / Yzdanye 2-e, pererab. y dop. Pod red. A.M Kozlova, K.H. Husevoi. – M.: Transport, 1981. – S. 484-488.
21. Gorbunov M. Experimental study of the influence of friction surfaces cooling parameters on the efficiency of the braking system of a railway vehicle operation / M. Gorbunov, O. Prosvirova, M. Kovtanets, V. Nozhenko, G. Bureika, V. Skrickij // The proceedings of the 22nd International Scientific Conference. Transport Means 2018, 03-05 October, Trakai, Lithuania. 2018. – P. 1435-1438.
22. Gorbunov M. Experimental study of brake frictional contact properties under the impact of local cooling and surfaces cleaning / M. Gorbunov, O. Prosvirova, M. Kovtanets, S. Steišūnas, O. Fomin // The proceedings of the 23rd International Scientific Conference. Transport Means 2019, 02-04 October, Palanga, Lithuania. 2019. – P. 1281-1284.

Представлені результати досліджень факторів, що впливають на ймовірність безвідмовної роботи елементів стрілочних переводів. В роботі виконано аналіз роботи пісочних систем локомотивів, а також складності колійного господарства в очищенні рейко-шпальної решітки, що дозволило визначити причини засмічення стрілочних переводів піском. Вивчено роботу елементів автоматичної локомотивної сигналізації і розроблена інноваційна система, що блокує пісочну систему локомотива при проходженні стрілочних переводів.

Ключові слова: залізничний транспорт, пісочна система локомотива, стрілочний перевід, автоматична локомотивна сигналізація, ізолюючий стик.

The results of studies of factors influencing the probability of failure-free operation of turnout elements are presented. The work analyzes the operation of sand systems of locomotives, as well as the complexity of the track facilities in cleaning the rail and sleepers, which made it possible to determine the reasons for clogging the turnouts with sand. The work of elements of automatic locomotive signaling has been studied and an innovative system has been developed that blocks the sand system of the locomotive when passing the turnouts.

Keywords: railway transport, sand locomotive system, turnout switch, automatic locomotive signaling, insulating joint.

Горбунов Н.И. Восточнoукраинский национальный университет имени Владимира Даля, заведующий кафедрой железнодорожного, автомобильного транспорта и подъемно-транспортных машин, д.т.н., проф.

Ковтанец М.В. Восточнoукраинский национальный университет имени Владимира Даля, доцент кафедры железнодорожного, автомобильного транспорта и подъемно-транспортных машин, к.т.н.

Ковтанец Т.Н. Восточнoукраинский национальный университет имени Владимира Даля, аспирант кафедры железнодорожного, автомобильного транспорта и подъемно-транспортных машин.

Просви́рова О.В. Восточнoукраинский национальный университет имени Владимира Даля, докторант кафедры железнодорожного, автомобильного транспорта и подъемно-транспортных машин, к.т.н.