

НАУКА И ТЕХНИКА ТРАНСПОРТА



ISSN 2074-9325



● Транспорт

● Информатика, вычислительная техника и управление

● Безопасность деятельности человека

2022 1

Научно-технический журнал

Входит в перечень изданий, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по следующим научным специальностям:

- 05.13.01 — Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям) (технические науки);
- 05.13.06 — Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям) (технические науки);
- 05.22.01 — Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте (технические науки);
- 05.22.06 — Железнодорожный путь, изыскание и проектирование железных дорог (технические науки);
- 05.22.07 — Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки);
- 05.22.08 — Управление процессами перевозок (технические науки);
- 05.26.01 — Охрана труда (по отраслям) (технические науки).

Адрес редакции:

125315, Москва, Часовая ул., 22/2
Тел.: (495) 649-19-00 доб. 385.
125315, Chasovaya Str., 22/2, Russia, Moscow
Tel.: (495) 649-19-00 ext: 385. Fax: (499) 151-18-37

E-mail: nttmag@rgotups.ru,
<http://ntt.rgotups.ru>

Подписной индекс в электронном каталоге агентства «Роспечать» — 69960.

Издатель: РУТ (МИИТ)
Тел.: (495) 649-19-00 доб. 385.
Журнал выходит 4 раза в год.
Свидетельство о регистрации выдано Роскомнадзором
ПИ №ФС77-82472 от 10 декабря 2021 г.
Выходит с 2002 года.

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Редакция не несет ответственности за представленные материалы. Мнение редакции может не совпадать с мнением автора. Рукописи рецензируются и не возвращаются. Использованы фотоматериалы из открытых источников.

Отпечатано РОАТ РУТ (МИИТ):
125315, Москва, Часовая ул., 22/2

Подписано в печать 29.03.2022.

Усл. печ. л. 13,25
Формат 60×90¹/₈.

Тираж 60 экз.
Тип. зак. 5

© Наука и техника транспорта, 2022



Редакционный совет:

д-р техн. наук, проф. Апатцев В.И. — председатель;
д-р техн. наук, проф. Бугреев В.А. — зам.председателя;
д-р техн. наук, проф. Горелик А.В.;
д-р техн. наук, проф. Космодамианский А.С.;
д-р техн. наук, проф. Безродный Б.Ф.;
д-р техн. наук, проф. Никитин А.Б.;
д-р ф.-м. наук, проф. Локтев А.А.;
д-р техн. наук, доц. Сычев В.П.;
д-р техн. наук, проф. Мондрус В.Л.;
д-р техн. наук, проф. Мкртычев О.В.;
д-р техн. наук, проф. Аксенов В.А.;
д-р техн. наук, проф. Шварцбург Л.Э.;
д-р техн. наук, проф. Николайкин Н.И.;
д-р техн. наук, проф. Сидоренко В.Г.;
д-р техн. наук, проф. Осьминин А.Т.;
д-р экон. наук, проф. Шкурина Л.В.;
д-р экон. наук, проф. Мирошниченко О.Ф.;
д-р экон. наук, проф. Белоусова Н.И.

Главный редактор
В.И. Апатцев

Ответственный редактор
В.А. Бугреев

Дизайн и верстка
В.А. Кочнев

Технические редакторы
Д.Н. Тихонычев, В.К. Тихонычева
Английский перевод
М.Л. Окулова

1' 2022

Транспорт



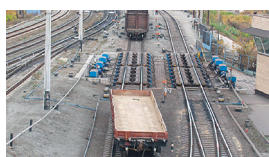
- К.А. Сергеев, О.Ю. Кривич, О.И. Мироненко**
Декомпозиция задач ТПП вагоноремонтного производства

8



- М.Н. Торопов, А.С. Селиванов, Н.В. Васильев, П.П. Бегунов, И.Е. Перков**
Так ли безопасны ингибиторные комплексы для систем водоохлаждения дизелей тепловозов?

11



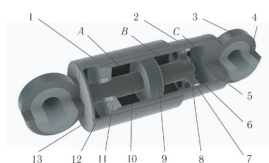
- Л.Н. Иванкова, А.В. Подорожкина**
Новые конструкции горочных горловин для повышения производительности сортировочного процесса

19



- Л.В. Шкурина, Е.В. Стручкова, Ю.А. Харёва**
Основные методы к построению единого бизнес-процесса грузовых перевозок с позиций формирования клиентоориентированного подхода

23



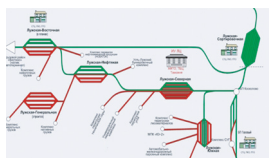
- Д.Г. Евсеев, Ю.Н. Сарычев, С.С. Андриянов**
Разработка эластомерного демпфера для тележки пассажирского вагона

28



- Ю.А. Кольцов, Д.И. Бодриков, В.П. Смирнов, Е.М. Лыткина**
Расчет и анализ ресурса бандажей колесных пар грузовых электровозов

32



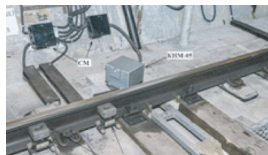
- П.А. Козлов, С.П. Вакуленко, В.П. Козлова**
Модель адаптивной технологии в транспортном узле

41



- В.Н. Балабин, А.Ю. Сербулов**
Применение пароаккумуляторных локомотивов на промышленных предприятиях

47



Г.И. Костинский, К.Л. Шляховский, В.Г. Новиков, Л.Н. Логинова

Системы автоматического бесконтактного выявления перегрева букс подвижного состава Московского метрополитена

52



М.Г. Лысиков, А.М. Ольшанский, Г.М. Биленко, А.В. Эрлих

О некоторых подходах к оценке качества транспортного обслуживания пассажиров в транспортно-пересадочных узлах

57

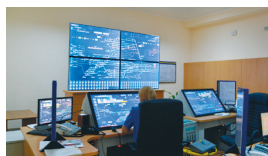


В.А. Кочнев, Л.А. Илларионова

Возможность учета влияния траектории движения транспортно-технологических средств на производственные процессы

65

Информатика, вычислительная техника и управление



Е.В. Корнеева, В.Г. Сидоренко

Анализ применимости термина Big Data к Автоматизированной системе оперативного управления перевозками

70



И.А. Журавлев, Е.А. Журавлева

Программная реализация системы принятия решений для договорной работы предприятия

77

Безопасность деятельности человека



В.В. Самойлов

Анализ гигиены труда работников, занимающихся погрузкой-разгрузкой каменного угля

83



Д.В. Гречушникова, О.С. Сачкова, В.И. Апатцев
Современное оборудование системы водоснабжения
пассажирских вагонов локомотивной тяги

88



**В.П. Сычев, А.Е. Можаров, В.А. Аксенов,
Е.А. Киселева**
Выбор материалов и технологии для создания
безопасного дымогазонепроницаемого барьера
для работников

94



А.М. Завьялов, Е.Е. Нотченко
Анализ производственного травматизма работников
Московского метрополитена

101

Transport

K.A. Sergeev, O.Yu. Krivich, O.I. Mironenko

Fitting-out Task Decomposition of Railway Car Repair Production. **8**

The article briefly considers the issues of modelling the technological process of railway car repair using decomposition. This method is a convenient technique for dividing into groups the units in the aggregate such as a car or the junction.

Key words: production, maintenance, railway car repair, work measurement, spare parts

M.N. Toropov, A.S. Selivanov, N.V. Vasiliev, P.P. Begunov, I.E. Perkov

Are Inhibitor Complexes for Water-Cooling Systems of Diesel Locomotives Safe? **11**

The authors consider the role (underestimated in practice) of microbiological corrosion processes in the corrosion attack of structures made of various materials.

Key words: inhibitor complexes, water-cooling system of the diesel locomotive, electrochemical corrosion, bio-rust, biofilm

L.N. Ivankova, A.V. Podorozhkina

New Hump Neck Designs to Improve Marshalling Process Productivity Gain. **19**

The authors propose the new neck structures and the perspective profile of descending part of low-power humps. This will allow the use of long-beam retarders in the yard, providing gradual braking and will lead to a reduction in the volume of shunting work in the hump yard.

Key words: design of plan and profile of low-power humps, retarder chain

L.V. Shkurina, E.V. Struchkova, Yu.A. Khareva

Basic Procedures for Development of Unified Business Process of Freight Transportation under Customer-Oriented Approach Creation **23**

The authors consider the issues of production processes improvement performed at railway stations during reception and delivery of goods. Based on the results of the photographs of working hours, the possibilities of reengineering this process were identified with the redistribution of labour functions between employees of these divisions depending on the operating mode for transportation activity cost saving.

Key words: unified production process, customer orientation, reception and delivery of cargo, freight and luggage reception and delivery inspector

D.G. Evseev, Yu.N. Sarychev, S.S. Andriyanov

Development of Elastomeric Damper for Passenger Car Bogie. **28**

The authors propose the technical solution for the design of an elastomeric two-way damper for application in passenger car bogies. The elastomer properties were analyzed. The organization and principle of damper operation are described. The research results can be used to create operating samples of an elastomeric damper and introduce them to passenger cars.

Key words: passenger car bogie, vibration damper, energy-absorbing devices, elastomer, viscous friction

Yu.A. Kol'tsov, D.I. Bodrikov, V.P. Smirnov, E.M. Lytkina

Operation Life Calculation and Analysis of Wheelset Bands of Freight Electric Locomotives **32**

The authors made the operation life calculation and analysis of wheelset bands of cargo 2ES5K two-section and 3ES5K three-section AC electric locomotives operated on the East Siberian Railway. The information on measurements of controlled parameters of wheelset bands was used for calculations.

Key words: ES5K electric locomotives, wheelset, band, operating time, operation life

P.A. Kozlov, S.P. Vakulenko, V.P. Kozlova
Adaptive Technology Model in Transport Hub **41**

The article formulates a new version of the system approach when an important property of the system is its adaptability. An adaptive technology model has been developed for a specific transport hub. The authors present the calculations proving the advantage of the proposed technology.

Key words: transport hub, system, adaptability, technology, stability

V.N. Balabin, A.Yu. Serbulov
Application of Steam Accumulator Locomotives in Industrial Enterprises **47**

The authors consider the construction problems of an economical and environment-friendly steam accumulator locomotive for industrial railway transport. In comparison to diesel locomotives, this locomotive allows to abandon diesel engines and reduce repair and maintenance costs. This locomotive can be used in dusty and contaminated conditions without reducing the resource and in enterprises requiring explosion protection and fire safety.

Key words: steam accumulator locomotive, industrial transport, construction, traction and heat engineering characteristics

G.I. Kostinsky, K.L. Shlyakhovsky, V.G. Novikov, L.N. Loginova
Automatic Contactless Detection Systems for Axle-Box Overheating
of Moscow Metro Rolling Stock **52**

The article considers the advantages of new systems of automatic contactless detection of axle-box overheating the Moscow Metro rolling stock. The implementation of the system at the Moscow Metro is shown.

Key words: transport system, underground, contactless systems, axle-box overheating (hot box), hot box detector

M.G. Lysikov, A.M. Ol'shansky, G.M. Bilenko, A.V. Erlikh
On Some Approaches to Assessing Passenger Service Quality in Transport and Transfer Hubs **57**

The article considers the main approaches to operation quality assessment of transport and transfer hubs. The analysis of existing approaches and scientific results in this field is given. The authors propose to assess the public service quality in transport and transfer hubs through the ratio of its use time in easy traffic conditions and with restrictions.

Key words: quality, transport service, passenger traffic, speed, criteria, modelling

V.A. Kochnev, L.A. Illarionova
Possibility of Transport and Technological Vehicle Movement Trajectory Influence
on Production Processes **65**

The authors consider the possibility of using unmanned vehicles in construction. The article gives the example of the movement trajectory of transport and technological vehicles during the development of the special construction scheme for the reinforced concrete base of the ballast-free rail track.

Key words: unmanned transport, movement trajectory, point motion, operator-driver, process diagram, travel model

Computer science and control

E.V. Korneeva, V.G. Sidorenko
Analysis of Big Data Term Applicability to Automated System
of Transportation Operational Control **70**

The article considers the features that distinguish Big Data from traditional data processing. The analysis of compliance of the Automated System of Transportation Operational Control of the third generation with the given characteristics was performed. The results of the analysis showed that this system can achieve the requirements for Big Data, and also the development directions are demonstrated.

Key words: Big Data, database, Automated System of Transportation Operational Control

I.A. Zhuravlev, E.A. Zhuravleva

Software Implementation of Decision-Making System for Contractual Work of Enterprise 77

Two decision trees for contract and reclamation work of the enterprise implemented in the Python high-level programming language have been built. The influence of different indicator sets on the result of building the decision tree is considered. The recommendations for setting target sets for the effective application of an intelligent decision support system are presented.

Key words: decision tree, Data Mining, contract and reclamation work of the enterprise, sampling, classification, entropy

Safety of human activity

V.V. Samoilov

Occupational Health Analysis of Coal Loading and Unloading Workers 83

The article considers the occupational health issue of the workers engaged in coal loading and unloading operations. Such factors as noise, vibration, microclimate, and dust pollution are considered. Preventive measures to control these factors are proposed.

Key words: occupational health, coal dust, labour safety, dust depressant, dust control

D.V. Grechushnikova, O.S. Sachkova, V.I. Apattsev

Modern Equipment of Water Supply System for Passenger Cars of Locomotive Traction 88

The article considers the modern sanitary and technical equipment of passenger drinking supply, and its hygienic characteristics are given. The results obtained during the research make it possible to ensure passenger safety in the carriage and improve the working conditions of conductors.

Key words: water supply system, passenger car of locomotive traction, railway transport, water cooler, purifier

V.P. Sychev, A.E. Mozharov, V.A. Aksyonov, E.A. Kiseleva

Materials and Technology Option to Create Safe Smoke and Gas-Proof Barrier for Workers 94

The systems of uninterrupted power supply in case of fire and preservation of their operability due to the application of fire-resistant cable penetrations are shown. The types of existing fire-fighting closures of cable openings on the Russian market were analyzed. The article presents the version of smoke and gas-proof fire-resistant seal for multiple uses which will save time for people evacuation in case of fire.

Key words: fire-resistant cable penetrations, fire compartments, fire barrier, fire and smoke blocking in case of fire

A.M. Zavyalov, E.E. Notchenko

Analysis of Industrial Injuries of Moscow Metro Employees 101

The article presents the analysis results of industrial injuries of the Moscow metro employees. The authors cite the main cases and types of incidents that affected the injuries of employees for the period from 2016 to the 1st quarter of 2021.

Key words: underground, labour safety, industrial injuries, Zero Injury concept

ДЕКОМПОЗИЦИЯ ЗАДАЧ ТПП ВАГОНРЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА



К.А. Сергеев



О.Ю. Кривич

Кратко рассмотрены вопросы моделирования технологического процесса ремонта вагонов, используя декомпозицию. Данный метод является удобным приемом предварительной разгруппировки единиц совокупности, таких как вагон или конкретный узел.

Ключевые слова: производство, обслуживание, ремонт вагонов, нормирование, запасные части

Как известно, задачи проектирования не могут быть решены сразу и в одночасье, а представляют собой итерационный процесс, требующий развернутого во времени сложного поиска решений комплекса взаимосвязанных информационных, проектных и иных задач. Результатом проектирования является комплект документов той или иной формы, принятой в конкретном предприятии. Воспользуемся методом декомпозиции для поставленной задачи. Методология декомпозиции подразумевает разбиение объекта (задачи) проектирования на подзадачи. Одним из результатов декомпозиции является построение логической схемы последовательности действий для выполнения той или иной задачи. Любой процесс и объект (задача) проектирования может быть раз-

ложен на составные части в зависимости от поставленной задачи или функционала. Разбиение объекта (задачи) при проектировании производится до такого уровня, при котором элементы задачи можно считать неделимыми — до уровня элементарных объектов (деталей, сборочных единиц). В ТПП вагоноремонтного производства наиболее предпочтителен «вертикальный» метод декомпозиции, который предполагает выделение более мелких задач. Назовем объектом некоторую совокупность работ по ТПП, которая включает схему работ по ТПП, перечень проектных задач, разработку модели и описания, методику выполнения работ и т.д.

На рисунке показан пример декомпозиции задач ТПП.

Сергеев Константин Александрович, доктор технических наук, доцент кафедры «Нетяговый подвижной состав» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: технологическая подготовка производства вагоноремонтных предприятий. Автор 136 научных работ, в том числе двух монографий.

Кривич Ольга Юрьевна, кандидат технических наук, доцент, начальник Учебного отдела учебно-методического многофункционального центра Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: повышение эффективности технологической подготовки вагоноремонтного производства, оценка потребительских свойств продукции железнодорожного транспорта. Автор 48 научных работ.

Мироненко Олег Игоревич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Нетяговый подвижной состав» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: динамика систем, организация вагонной отрасли, дистанционные образовательные технологии. Автор 25 научных работ, в том числе четырех учебных пособий.

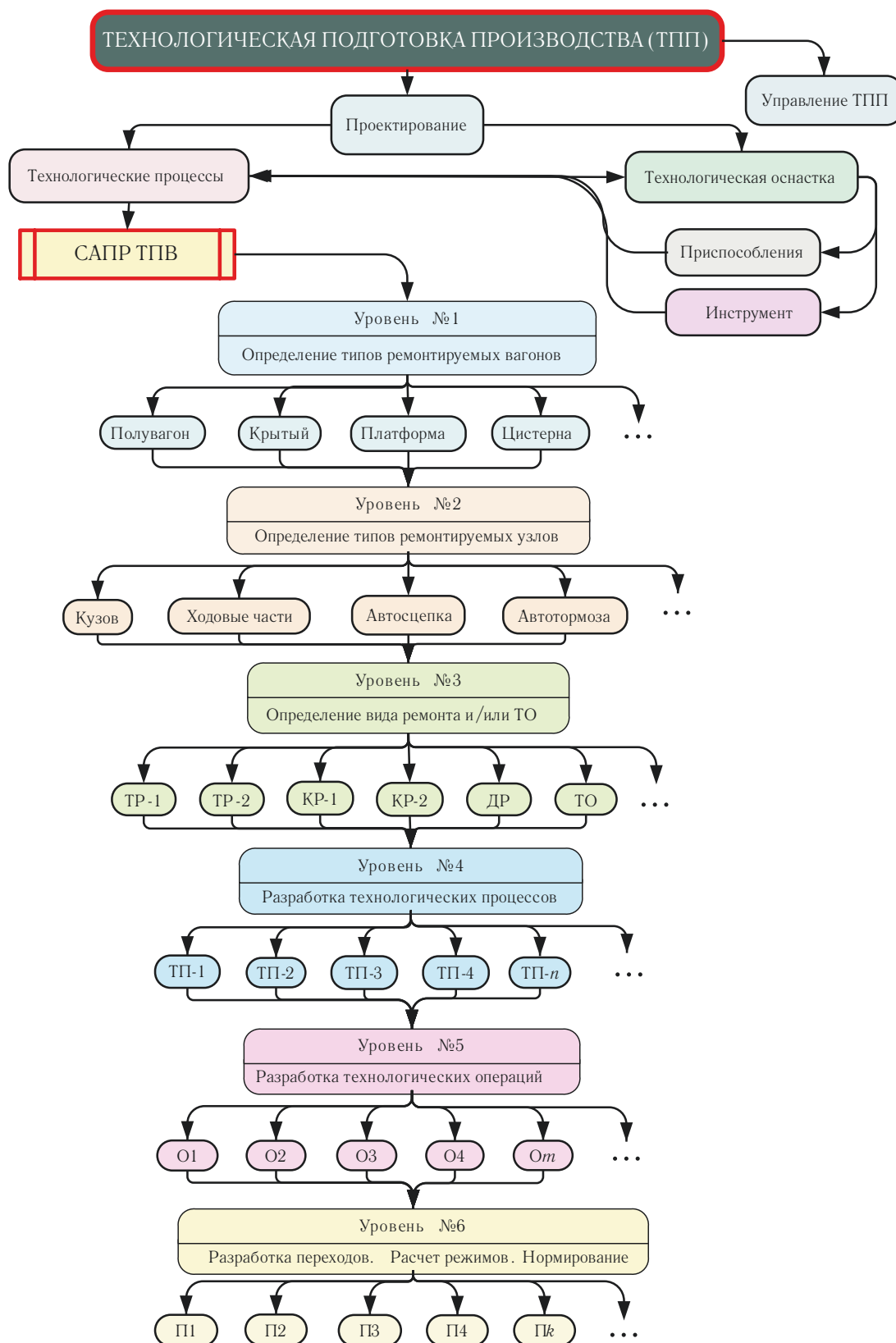


Рисунок. Пример декомпозиции задач ТПП

Проектные работы ТПП состоят из следующих этапов:

- проектирование ТП ремонта или изготовления изделия;
- конструирование технологической оснастки;
- проектирование ТП.

Проектирование в ТПП включает в себя как технологические, так и конструкторские вопросы. В данном контексте под «изделием» понимается вагон (Уровень 1), узел вагона (Уровень 2), устройство, и т.д., а под элементами изделия — сборочные единицы и отдельные детали. В данном случае неделимым элементом являются элементарные объекты — детали. Следовательно, объектами технологического проектирования в ТПП являются ТП ремонта (изготовления) изделия и его элементов, а конструкторского — специальная технологическая оснастка [1].

Учитывая описанное выше и применяя метод декомпозиции, можно написать:

$$O = \{O_1, O_2, \dots, O_i, \dots, O_n\}, \quad (1)$$

где O — совокупность элементов объекта;

$O_1 = \{o_{11}, o_{12}, \dots, o_{1j}, \dots, o_{1M_1}\}$ — элементы 1-го уровня,

$(o_{1j} \in O_1, 1 < j < N_1);$

$O_2 = \{o_{21}, o_{22}, \dots, o_{2j}, \dots, o_{2M_2}\}$ — элементы 2-го уровня,

$(o_{2j} \in O_2, 1 < j < N_2);$

$O_i = \{o_{i1}, o_{i2}, \dots, o_{ij}, \dots, o_{iM_i}\}$ — элементы i -го уровня,

$(o_{ij} \in O_i, 1 < j < N_j);$

$O_n = \{o_{n1}, o_{n2}, \dots, o_{nj}, \dots, o_{nM_n}\}$ — совокупность элементов n -го уровня,

$(o_{nj} \in O_n, 1 < j < N_n);$

N_i — количество элементов i -го уровня (мощность множества O_i).

Связи между элементами имеют следующий вид:

$$L = \{L_1, L_2, \dots, L_i, \dots, L_n\}, \quad (2)$$

где L — множество связей между элементами системы;

$L_1 = \{l_{11}, l_{12}, \dots, l_{1j}, \dots, l_{1S_1}\}$ — совокупность межуровневых связей элементов на 1-м уровне,

$(l_{1j} \in L_1, 1 < j < X_1);$

$L_2 = \{l_{21}, l_{22}, \dots, l_{2j}, \dots, l_{2S_2}\}$ — совокупность межуровневых связей элементов на 2-м уровне,

$(l_{2j} \in L_2, 1 < j < X_2);$

$L_i = \{l_{i1}, l_{i2}, \dots, l_{ij}, \dots, l_{iS_i}\}$ — совокупность межуровневых связей элементов на i -м уровне,

$(l_{ij} \in L_i, 1 < j < X_i);$

$L_n = \{l_{n1}, l_{n2}, \dots, l_{nj}, \dots, l_{nS_n}\}$ — совокупность межуровневых связей элементов на n -м уровне,

$(l_{nj} \in L_n, 1 < j < X_n);$

X_i — количество связей элементов на i -м уровне.

Модель технологического процесса ремонта вагонов можно представить как объект O — совокупность элементов вагона, которая в свою очередь разбивается на o_{nM_n} -ую совокупность элементов n -го уровня, имеющую L_n связей. Применение данного метода позволяет существенно упростить модель технологического процесса ремонта вагонов. 

Литература

1. Сергеев, К.А. Разработка математических моделей системы автоматизированного проектирования технологических процессов ремонта вагонов / К.А. Сергеев, И.В. Гундаев, Е.С. Сидоров. — Текст непосредственный // Наука и техника транспорта. — 2011. — №3. — С. 62–64.
2. Сергеев, К.А. Построение структурной модели технологического процесса ремонта вагонов / К.А. Сергеев, О.Ю. Кривич, И.К. Сергеев. — Текст непосредственный // Наука и техника транспорта. — 2021. — №4. — С. 72–73.

ТАК ЛИ БЕЗОПАСНЫ ИНГИБИТОРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ СИСТЕМ ВОДООХЛАЖДЕНИЯ ДИЗЕЛЕЙ ТЕПЛОВОЗОВ?

Рассмотрена недооцененная на практике роль процессов микробиологической коррозии в структуре коррозионных разрушений конструкций, выполненных из различных материалов.

Ключевые слова: ингибиторные комплексы, водяная система охлаждения дизеля, электрохимическая коррозия, биоржавчина, биопленка



М.Н. Торопов



А.С. Селиванов

Эксплуатационные условия работы дизеля теплового зависят от состояния системы его охлаждения и, прежде всего, системы водного охлаждения. Она охлаждает дизель, масло и наддувочный воздух. В эту систему отводится до 40% теплоты, выделяемой при работе дизеля. В качестве охлаждающей жидкости (далее — ОЖ) используется пресная кипячая отстоянная вода (или конденсат) без механических примесей с добавлением к ней специальных присадок. Для умягчения воды применяют каустическую соду и тринатрийфосфат. В качестве антикоррозионных присадок — нитрат натрия.

Тем не менее, каналы водяной системы охлаждения подвергаются коррозии, а в трубках секций холодильников и рубашках цилиндров дизелей накапливаются отложения, которые перекрывают (до 20%) проходные сечения каналов (рис. 1). Это приводит к течам секций охлаждения ввиду истощения упругопластических свойств металла вследствие возникающих термических напряжений и перегреву дизеля.

Кроме того, это определяет перерасход топлива (не менее 1%), масла (не менее 5%), а также соответствующее увеличение выбросов вредных веществ в атмосферу.

Торопов Михаил Николаевич, кандидат технических наук, заведующий лабораторией кафедры «Электропоезда и локомотивы» Института транспортной техники и систем управления Российского университета транспорта (ИТТСУ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: прочность и надежность конструкций, улучшение качества воды. Автор более 150 научных работ.

Селиванов Александр Сергеевич, старший преподаватель кафедры «Теплоэнергетика железнодорожного транспорта» Института транспортной техники и систем управления Российского университета транспорта (ИТТСУ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: системы тепло- и водоснабжения, водно-химический режим источников теплоты, тепловых сетей, систем теплотребления и водоснабжения, водоподготовка. Автор более 30 научных работ.

Васильев Николай Викторович, инженер-теплоэнергетик Российского университета транспорта (РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: водоподготовка и применение экологически чистых методов для уменьшения скорости коррозии в морской и пресной воде на затопленных конструкциях.

Бегунов Пётр Петрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Водоснабжение, водоотведение и гидравлика» Петербургского университета путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС). Область научных интересов: очистка воды, ее обеззараживание через активацию, реконструкция и модернизация сооружений (водоснабжения и канализации), сетей (водоснабжения, канализации и теплоснабжения). Автор более 100 научных работ.

Перков Иван Евгеньевич, технический эксперт АО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»). Область научных интересов: энергоэффективность и повышение ресурса объектов водотеплоснабжения железнодорожного транспорта. Автор более 10 научных работ.

Известно, что зарегистрированный выброс вредных веществ от парка тепловозов МПС СССР составлял порядка 170 тысяч тонн в год.

Качество воды, предназначенной для охлаждения тепловозных дизелей должно соответствовать распоряжению Минтранса РФ от 30.03.2001 г. №АН-25-р [1] при незначительном количестве солей, отсутствии взвешенных веществ и содержании необходимых антикоррозионных присадок. Так, в течение многих лет на железнодорожном транспорте использовались следующие антикоррозионные присадки: нитрито-фосфатная щелочная (в системах охлаждения с алюминием ее применять нельзя); нитрито-фосфато-хроматная (запрещена санитарно-эпидемиологической службой); нитрито-силикатная; нитрито-фосфатная без щелочи.

В частности, на тепловозах с дизелями производства АО «Коломенский завод» применялась водоподготовка с нитрито-фосфатной присадкой без щелочи. Охлаждающая жидкость с ее использованием обеспечивала относительно хорошую защиту деталей системы охлаждения от коррозии. Но это происходило при условии выполнения требований к качеству самой воды (табл. 1) и содержанию в ней отдельно вводимых компонентов присадок (табл. 2).

При этом используется природная вода, отвечающая качеству, приведенному в табл. 1, вода ионообменной обработки, либо конденсат, получаемый из отработанного пара. Качество охлаждающей воды контролируется после ее приготовления, через одно ТО-3 (для поездных тепловозов) и на каждом ТО-3 (для маневровых). Конденсат контролируется во всех случаях перед перекачкой его в раздаточный бак [1].



Рис. 1. Состояние системы водоохлаждения дизелей тепловозов

Сложность водоподготовки в процессе эксплуатации тепловозов и получение коррозионных разрушений конструкционных материалов в случаях несоблюдения норм, отраженных в табл. 1,2, заставили искать другие средства защиты систем охлаждения. С 2003 г. внедрена на железнодорожной технике антикоррозионная присадка к воде — ИНКОРТ-8МЗ. Разработчик и изготовитель НПФ «ХИМВИРИАЛ-ПЛЮС», г. Екатеринбург. До недавнего времени это был единственный продукт, предусмотренный для использования в системах охлаждения дизелей производства АО «Коломенский завод». По существу — это ингибиторный комплекс, предназначенный для очистки и защиты поверхностей охлаждения дизеля от коррозионно-кавитационных разрушений и накипных

Таблица 1

Физико-химические свойства воды для охлаждения дизелей тепловозов, эксплуатируемых на железных дорогах

Показатели	Блоки дизелей	
	Чугунные и стальные	Алюминиевые
Жесткость общая, мг-экв./л, не более	2,15	2,15
Содержание хлоридов, мг/л, не более	30,0	30,0
Щелочность: по фенолфталеину, мг-экв./л по pH	1,5–2,5 10,8–11,2	Не допускается 7,0–8,0
Фосфорный ангидрид P_2O_5 , мг/л	15,0–25,0	15,0–25,0
Хромовый ангидрид CrO_3 , мг/л	Не допускается	800,0–1000,0
Азотистокислый натрий $NaNO_2$, мг/л	2500,0–3000,0	Не допускается
Взвешенные вещества, мг/л	Не допускается	Не допускается

Таблица 2

Норма содержания компонентов антикоррозионных присадок в охлаждающей воде

Нормируемый показатель	Размерность	Охлаждающая вода с присадкой			
		Нитрито-фосфатная (щелочная)	Нитрито-силикатная	Нитрито-фосфато-хроматная	Нитрито-фосфатная (без щелочи)
P_2O_5	мг/л	15,0–25,0	—	15,0–25,0	15,0–25,0
CrO_3	мг/л	—	—	800,0–1000,0	—
$NaNO_2$	мг/л	1300,0–2500,0	1000,0–1500,0	1500,0–2000,0	2500,0–3000,0
Щелочность по фенолфталеину	мг-экв./л	1500,0–2500,0	1,0–3,0	Не более 0,3	Не более 0,3
Щелочность по pH		10,8–11,2	8,0–9,0	8,0–8,5	—

отложений [1]. Применяется для воды с жесткостью до 4,0 мг-экв./л.

Срок его службы с обеспечением защитных свойств черных и цветных металлов значительно больше, чем у предшествующих ему ингибиторных комплексов. Это в какой-то мере компенсирует его высокую стоимость.

Недостатком такой ОЖ является также нежелательность ее контакта с атмосферным воздухом. При длительном контакте с ним остатков ОЖ, может образоваться вначале желеобразный, а затем твердый осадок. Это диктует необходимость тщательной промывки системы водой после слива из нее на продолжительное время ОЖ.

В качестве альтернативы ИНКОРТ-8МЗ в настоящее время рассматривается ингибиторный комплекс DISSAFE 120, который прошел проверку на заводе и в эксплуатации. Распоряжением ОАО «РЖД» от 21.01.2019 г. №85 он допущен к применению в системах охлаждения тепловозных двигателей.

Следует отметить, что и новые разработанные ингибиторные комплексы не отменяют высоких требований к качеству заправляемой воды.

Несмотря на широкое использование ингибиторного комплекса ИНКОРТ-8МЗ (последние 15 лет) не удалось решить проблему выхода из строя секций водоохлаждения вследствие возникновения течей в зимний период и уменьшения их теплопроводности, приводящей к перегреву дизеля в летний период.

Об этом свидетельствуют случаи выхода из строя систем охлаждения дизелей тепловозов в сервисном локомотивном депо (СЛД) Тюмень. Одна из основных причин — коррозионные разрушения элементов системы охлаждения. Некоторые данные приведены в табл. 3.

Следует также обратить внимание на выход систем водоохлаждения дизелей тепловозов из эксплуатации в зимний и летний периоды в депо Югра и Барнаул в 2017 г. и на статистику внеплановых ремонтов по отказу системы водоохлаждения, отнесенную к парку тепловозов ОАО «РЖД» в 2009–2014 гг. (рис. 2), приведенную в работе [2]. А это почти трехкратное увеличение количества внеплановых ремонтов систем охлаждения в 2014 г. по сравнению с 2009 г.

Стоит также учитывать, что на сети железных дорог используются несколько серий тепловозов с дизелями разных производителей, в том числе и устаревших модификаций. В них предусмотрены и разные вышеупомянутые виды водоподготовки, изложенные в сводной инструкции по применению и приготовлению ОЖ — ПКБ ЦТ 25.088. В ней указано шесть видов водоподготовки, в том числе и для ингибиторного комплекса DISSAFE 120.

В такой ситуации велика возможность смешения разных видов ОЖ, в том числе и несовместимых друг с другом и, как следствие, загрязнение системы охлаждения. Для предотвращения этого необходимо разработать универсальную технологию, совместимую с вышеперечисленными ингибиторными комплексами, для промывки систем охлаждения дизелей тепловозов при постановке локомотивов на текущий ремонт по циклу TP1-TP2.

Не учитываемый на практике фактор применения ингибиторных комплексов в системах водяного охлаждения дизелей тепловозов

При изучении коррозионных процессов в системах охлаждения дизелей тепловозов [3] отмечено два вида коррозии: электрохимическая и микробиологиче-

Таблица 3

Некоторые данные по выходам из строя по причине коррозионных разрушений элементов систем охлаждения дизелей тепловозов в СЛД Тюмень в 2018 г.

Серия локомотива	Время простоя на НР	Общее время простоя (в часах)	Причина непланового ремонта (НР)	Затраты на оплату труда, руб.	Затраты на материалы, руб.	Сумма ущерба, руб.
2ТЭ116	19 ч 20 мин	43,9	Наличие воды в газовой полости левого выпускного коллектора №1258 (коррозионный износ водяной полости левого выпускного коллектора в районе 2-го ЦК)	11682,44	12269,13	23951,57
2ТЭ116	1 сут. 3 час 17 мин	70,1	Наличие воды в газовой полости левого выпускного коллектора №151 (коррозионный износ водяной полости левого выпускного коллектора в районе 3-го ЦК)	5826,989	21767,15	27594,139
ТЭП70	7 ч 29 мин	36,4	Наличие воды в левом выпускном коллекторе (коррозионный износ водяной полости левого выпускного коллектора)	11521,17	1798,51	13319,68
2ТЭ116У	1 сут. 19 ч 21 мин	25,8	Наличие охлаждающей жидкости в газовой полости левого выпускного коллектора №3738, прогар клапанов 3-го левого ЦК №119448 (коррозионный износ водяной полости левого выпускного коллектора, нарушение регулировки клапанов 3-го левого ЦК)	9197,61	9159,00	18356,61
2ТЭ116	1 сут. 10 ч 58 мин	65,7	Течь воды в картере по 6-му левому ЦК №121931, наличие воды в газовой полости левого выпускного коллектора (возникновение трещины в цилиндровой втулке 6-го левого ЦК, коррозионный износ водяной полости левого выпускного коллектора)	11682,44	7291,20	18973,64
2ТЭ116	20 ч 59 мин	51,1	Наличие воды в газовой полости левого выпускного коллектора (коррозионный износ водяной полости левого выпускного коллектора)	11682,44	16930,67	28613,11
2ТЭ116	1 сут. 4 ч 3 мин	49,7	Наличие воды в газовой полости левого выпускного коллектора №106 (коррозионный износ водяной полости левого выпускного коллектора)	4211,15	110610,82	114821,97
ТЭП70	10 ч 57 мин	26,7	Наличие воды в газовой полости левого выпускного коллектора (коррозионный износ водяной полости средней части левого выпускного коллектора)	11521,17	3605,21	15126,38
Всего	8 сут. 24 мин	369,4	—	77325,41	183431,7	260757,1

ская, обусловленная жизнедеятельностью различных бактерий. О том, что эти бактерии жизнеспособны до $t=80-85^{\circ}\text{C}$, свидетельствуют работы специалистов института микробиологии РАН [4;5]. Бактерии заведомо присутствуют как в тепловых сетях, так и в системах водяного охлаждения дизелей тепловозов.

Поперечный разрез бугорка биоржавчины представлен на рис. 3.

Он состоит из налета живых бактерий и продуктов их жизнедеятельности (довольно прочных). Биоржавчина значительно уменьшает теплоотдачу

материала. Создаются идеальные условия для развития под бугорком электрохимической коррозии. Кроме того, возникают термические напряжения, истощаются упругопластические свойства материала, и происходит разрушение конструкции.

Если электрохимическая коррозия, в первую очередь, обусловлена агрессивностью транспортируемых вод с низким значением pH, содержащих значительное количество углекислоты, кислорода, сульфатов, хлоридов и т.д., то микробиологическая — наличием в воде микроорганизмов, которые приживаются, раз-

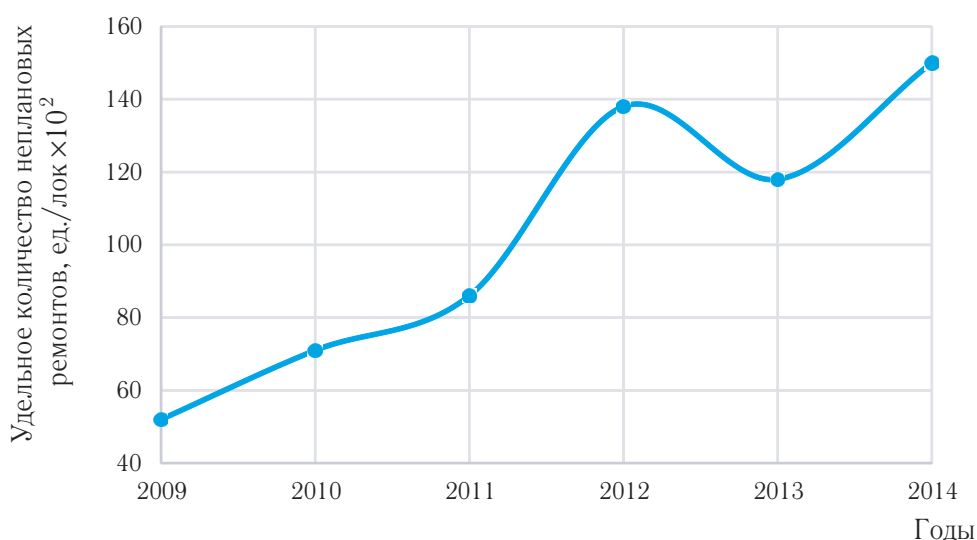


Рис. 2. Количество unplanned ремонтов по причине отказов системы охлаждения, отнесенное к парку тепловозов ОАО «РЖД» в 2009–2014 гг.

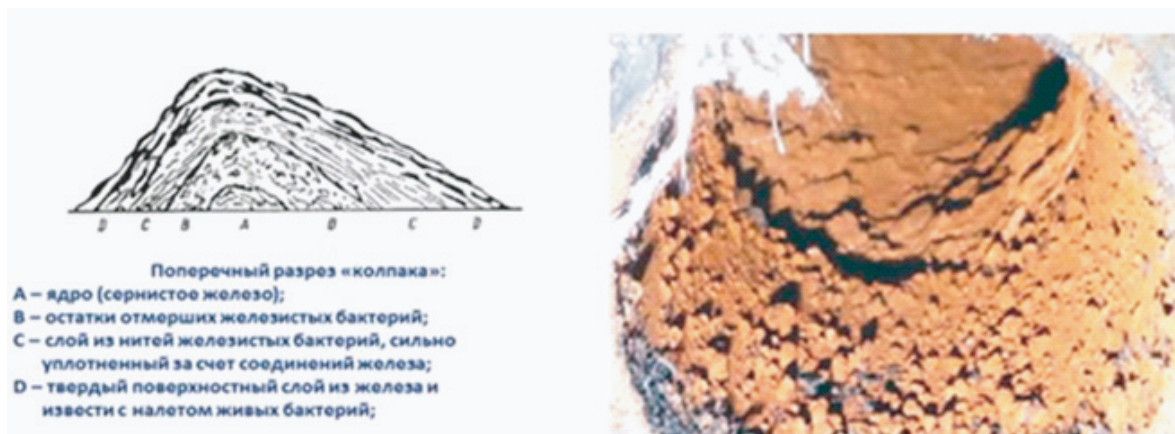


Рис. 3. Микробиологическая коррозия в элементе конструкции системы охлаждения дизеля тепловоза

множаются и образуют на внутренней поверхности трубопроводов биопленку. Ее наличие инициирует биообрастание, в процессе биогенеза которого в ней приживаются разнообразные водоросли, бактерии, вирусы, грибы.

По существу, биокоррозия — результат совокупности процессов между поверхностью металла, химическими веществами (продукты коррозии, ионный состав, pH) и микроорганизмами с продуктами их жизнедеятельности (органические кислоты, аммиак, сероводород). Причем, биокоррозия материалов непосредственно ассоциируется со следующими видами бактерий: сульфатовосстанавливающими (СВБ), железовосстанавливающими, металлоокисляющими (МОБ), кислотопродуцирующими (КПБ), тионовыми, секретизирующими полимеры и слизь, а также грибами [6].

Эти микроорганизмы существуют в консорциуме, образуя биопленку. Причем оценка роли консорциума в коррозии постоянно возрастает [6]. Так, например, кислоты, образуемые КПБ (муравьиная, уксусная, молочная) служат питательными веществами для СВБ и метаногенов. Тионовые бактерии участвуют в коррозии металла, окисляя его серной кислотой [7].

Известно также, что грибы выделяют органические кислоты. Так, грибы некоторых родов участвуют в коррозии алюминия и его сплавов в авиапромышленности [6].

При этом состав микробного консорциума будет определять наблюдаемые различия в скорости корро-

зии: от 0,05 мм/год в одной системе, до 3,00 мм/год в другой, хотя системы изначально были идентичны и помещены в одинаковые биологические условия [6].

Причем роль биопленки может быть многообразна. В частности, она приводит к разрушению защитных слоев металла. Так, микробы разрушают защитную пленку на поверхности нержавеющей стали, вызывая ее межкристаллическую коррозию [6].

На рис. 4 приведено биокоррозионное разрушение систем охлаждения технологического оборудования для термохимической подготовки электроизоляционных смол (производства Германии), выполненного из нержавеющей стали AISI 321 (аналог стали аустенитного типа 08X18НЮТ). Разрушения наблюдались в районах сварки корпуса с секциями греющей рубашки. В воде явно присутствие микроорганизмов, что объективно отражает диаграмма Пурбе (рис. 5) и изменение состояния воды (выделение окислов железа).

Следует также учитывать, что в процессе эксплуатации, некоторые физико-химические параметры ингибиторных комплексов могут существенно изменяться. Так, в пробе ИНКОРТ-8МЗ из системы водоохлаждения дизеля тепловоза СЛД Тюмень установлено, что резерв щелочности после 70 тыс. км пробега уменьшился в ней на 54 %.

Это может свидетельствовать [6] о прохождении процессов биокоррозии и о неоднородности образовавшейся биопленки на поверхности металла. В результате создаются зоны, богатые кислородом и обедненные им. Это приводит к разности потенциалов и возникновению микробиологической коррозии.



Рис. 4. Коррозионные разрушения системы водоохлаждения импортного оборудования (Германия), выполненного из нержавеющей стали, из-за употребления воды низкого качества (псевдоустойчивой)

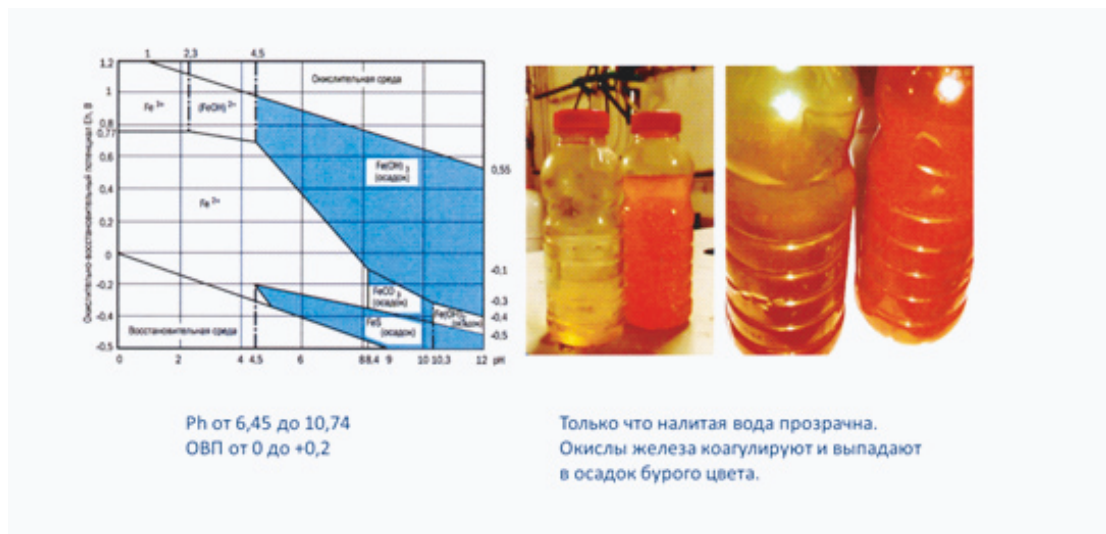


Рис. 5. Состояние воды в системе водоохлаждения оборудования

Закключение

В отечественной и зарубежной практике водоочистки традиционно для обеззараживания воды и борьбы с биообрастанием трубопроводов используют окислители — преимущественно хлор или гипохлорит натрия [8]. В свою очередь, применяемые для борьбы с электрохимической коррозией ингибиторные комплексы с одной стороны, способствуют биообрастанию, т.е. развитию микробиологической коррозии, а с другой, в определенных условиях, являются достаточно токсичными [8]. Это объясняет возможность возникновения коррозионных разрушений элементов системы водоохлаждения дизелей тепловозов при использовании ингибиторных комплексов. При этом, получая положительные результаты по борьбе с электрохимической коррозией, мы тем самым увеличиваем микробиологическую коррозию.

Для решения проблемы, целесообразно использовать уже существующие технологии, позволяющие устранять биообрастание при одновременном существенном снижении скорости электрохимической коррозии и улучшении качества воды, с приведением его в соответствие с требованиями нормативов.

Кроме того, в соответствии с пунктом 2.3.11 [9] «На двигателе следует применять нетоксичные присадки к воде, не выпадающие в осадок и обеспечивающие консервационное действие». Наиболее полно отвечает требованиям [9] энергетический метод водоподготовки [3].



Литература

1. Распоряжение Минтранса РФ от 30.03.2001 №АН-25-р (с изм. от 08.06.2007) «Об утверждении нормативно-технической документации» (вместе с «Технологией безопасной эксплуатации и ремонта подвижного состава промышленного железнодорожного транспорта»). — Текст: непосредственный.
2. Горин, А.В. Методы контроля технологического состояния охлаждающих устройств тепловозов в эксплуатации: специальность 05.22.07 «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Горин, Антон Владимирович. — Москва, 2016. — Текст: непосредственный.
3. Торопов, М.Н. Энергетический метод водоподготовки (ЭМВ) для повышения надежности и ресурса систем водоохлаждения дизелей тепловозов / М.Н.Торопов, Н.В.Васильев, А.С.Селиванов. — Текст: непосредственный // Промышленный транспорт XXI век. — 2019. — №3—4.
4. Розанова, Е.П. Распространение сульфатовосстанавливающих бактерий в трубопроводах тепловой сети и причины появления в воде сероводорода / Е.П. Розанова, Л.А.Ентальцева. — Текст: непосредственный // Микробиология. — 1999. — Т. 68, №1. — С. 100—106.

5. Микроорганизмы в тепловых сетях и внутренняя коррозия стальных трубопроводов / Е.П. Розанова [и др.]. — Текст: непосредственный // Микробиология. — 2003. — Т.72, №2. — С. 212–213.
6. Videla H.A. Herrera L.K. «Microbiologically influenced corrosion: looking to the future» *Int Microbiology*, 2005; 8: 169–180 Review.
7. Коррозия образцов трубопроводной стали и сопряженная трансформация серных соединений тионовыми бактериями *HALOTHIOBACILLUS NEAPOLITANUS* DSM 15147 / А.В. Вацурина [и др.]. — Текст: непосредственный // Прикладная биохимия и микробиология. — 2005. — 41, №5. — С. 564–567.
8. Воинцева, И.И. Продление периода эксплуатации трубопроводов, систем водоохлаждения из стальных и чугунных труб / И.И. Воинцева, М.Г. Новиков, О.А. Продоус. — Текст: непосредственный // Инженерные системы — АВОК Северо-Запад. — 2019. — №1. — С. 44–47.
9. ГОСТ 10150-88 Двигатели судовые, тепловозные и промышленные. Общие технические условия = *Marine, locomotive and industrial engines. General*: государственный стандарт Союза ССР: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 15.12.88 №4130: взамен ГОСТ 4393-82 и ГОСТ 10150-82 / разработан Министерством тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения СССР. — Москва: Издательство стандартов, 1989. — Текст: непосредственный.
10. ГОСТ 10150-2014 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Общие технические условия *Reciprocating internal combustion engines. General specifications*: межгосударственный стандарт: издание официальное: принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 14 ноября 2014 г.) №72-П: дата введения 2016-01-01 / разработан Обществом с ограниченной ответственностью «Центральный научно-исследовательский институт (ООО ЦНИДИ)». — Москва: АО «Кодекс», 2022. — Текст: непосредственный.

НОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ ГОРОЧНЫХ ГОРЛОВИН ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СОРТИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА

Предложены новые конструкции горловин, перспективный профиль спускной части сортировочных горок малой мощности. Это позволит применять в парке длиннобалочные замедлители, обеспечивающие более плавное торможение и приведет к сокращению объема маневровой работы в подгорочном парке.

Ключевые слова: проектирование плана и профиля сортировочных горок малой мощности, цепочка замедлителей



Л.Н. Иванкова



А.В. Подорожкина

Рациональная организация вагонопотоков предполагает, как известно, концентрацию переработки вагонов на хорошо оснащенных сортировочных станциях с комплексной механизацией и автоматизацией сортировочного процесса на горках большой и повышенной мощности. Однако, значительная часть сортировочной работы, связанная с формированием многогруппных поездов и обслуживанием пунктов местной работы, выполняется на грузовых, участковых и промышленных станциях.

Для повышения производительности маневровой работы, уменьшения себестоимости переработки вагонов и трудоемкости сортировочных операций на этих станциях целесообразно проектировать малые сортировочные устройства с соответствующим техническим оснащением вплоть до внедрения средств комплексной механизации и автоматизации производственных процессов.

Кроме того, сортировочные устройства малой мощности в ряде случаев целесообразно сооружать и на сортировочных станциях в виде вспомогательных средств, размещаемых обычно в хвосте сортировочных парков или рядом с основной горкой. Они предназначены для ускорения подборки вагонов по назначениям и группам в сборных, сборно-участковых и передаточных поездах, а при необходимости и для повторной сортировки вагонов так называемого перекрестного потока, который накапливается на отсевных путях в процессе параллельного роспуска двух составов через основную горку.

Перспективные конструкции горочных горловин

Горки малой мощности проектируются, как правило, при числе путей в сортировочном парке менее 16 и оборудуются средствами механизации сортиро-

Иванкова Людмила Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление транспортными процессами» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: вопросы совершенствования технологии и технического оснащения железнодорожных станций, проектирование сортировочных устройств. Автор 101 научной работы.

Подорожкина Алла Валентиновна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление транспортными процессами» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: вопросы совершенствования технологии работы железнодорожных станций и участков, организации движения поездов и пассажирских перевозок, информационные технологии в процессе управления перевозками. Автор 34 научных работ.

вочного процесса, замедлителями облегченной конструкции или башмакосбрасывателями [1].

Горки малой мощности отличаются большим разнообразием конструктивных особенностей. На спускной части могут быть одна или две тормозные позиции. На некоторых горках имеется только парковая тормозная позиция, а на спускной части тормозные позиции отсутствуют. Это приводит к ухудшению разделения отцепов на стрелочных переводах и, в конечном счете, влияет на перерабатывающую способность горки.

По числу пучков различаются одно-, двух- и трехпучковые горки. Увеличение числа пучков увеличивает удельные сопротивления движению отцепов.

В научно-технической литературе очень большое внимание уделяется горкам большой и повышенной мощности [2–4]. Разработаны современные высокопроизводительные средства автоматизации сортировочного процесса, новые мощные замедлители. Однако для горок малой мощности применение тяжелых типов замедлителей не всегда оправдано, а легкие замедлители не обеспечивают необходимую мощность тормозных позиций. Отказ от использования замедлителей легкого типа с возможностью установки в кривых участках пути (РНЗ–2, РНЗ–2м, ПНЗ, ПГЗ) приводит к увеличению длины расчетного пути и, соответственно, увеличению потребной высоты сортировочной горки.

Авторами разработаны конструкции горочных горловин горок малой мощности с выделением прямых участков путей в пределах закрестовинных кривых для установки замедлителей типа КЗ–3, КЗ–5, КНЗ–5. Это позволит избежать недостатков, свойственных короткобалочным замедлителям. С другой стороны, применение этих горловин не будет вызывать увеличения длины расчетного пути. Пример приведен на рис. 1. Характерной особенностью данной горловины

является, то, что расстояние от конца второй тормозной позиции до конца парковой не превышает 140 м. Такие же показатели у горловин при использовании замедлителей РНЗ–2, РНЗ–2м.

Для сокращения работы по осаживанию вагонов и ликвидации «окон» авторами предложены конструкции горловин с установкой тяжелых балочных замедлителей на спускной части и цепочки легких замедлителей по каждому сортировочному пути.

Выпуск отцепов из тормозной позиции на спускной части горки производится со скоростью 3,0–4,0 м/с. Далее бегун следует по распределительной стрелочной зоне, имеющей неускоряющий уклон в пределах 1,5–2,0‰.

В пределах установки цепочки замедлителей крутизна уклона должна составлять от 5 до 7‰, что обеспечивает продвижение плохих бегунов вглубь сортировочного парка, освобождая тем самым участок регулирования. Избыточная энергетическая высота, накопленная хорошими бегунами, погашается цепочкой замедлителей, обеспечивая выход из каждого в пределах 1–1,2 м/с. В основу автоматизации управления парковой тормозной позицией положен принцип выпуска отцепов с одинаковой скоростью (1,4 м/с) из каждого замедлителя цепочки вне зависимости от ходовых свойств бегунов. Длина участка регулирования составляет 150–200 м. Такой профиль сортировочной горки позволит исключить «просадки», образование пилообразного профиля за парковой тормозной позицией и, как следствие, предотвратит недопустимые скорости соударения отцепов.

Нагоны отцепов в этой зоне не страшны, т.к. скорости соударения не превышают допустимых, а хорошие бегуны будут проталкивать вглубь парка плохие бегуны, тяжелые отцепы будут осаживать легкие [5].

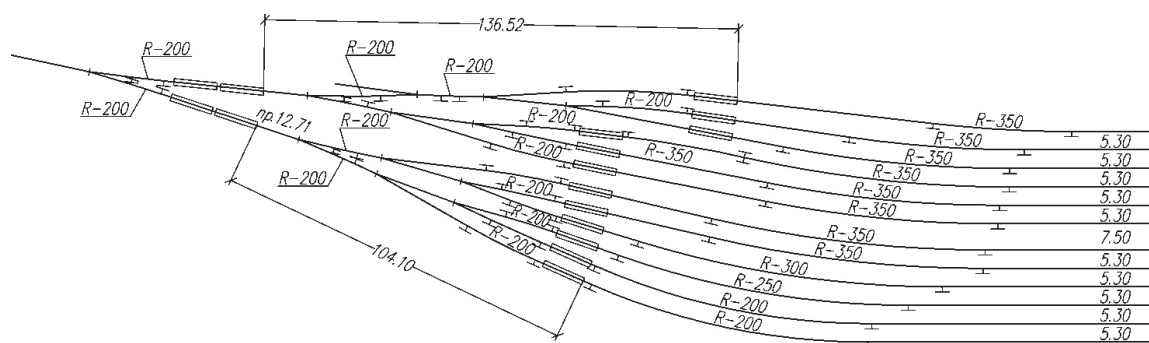


Рис. 1. Конструкция горочной горловины горки малой мощности на 12 путей с обходом с трех крайних путей

Проверка качества запроектированной горки

Предложенные конструкции рекомендуется применять для вновь проектируемых горок либо для реконструкции существующих горок, имеющих избыточную высоту. По сравнению с типовыми методиками высота горок увеличивается на 0,4–0,8 м, однако это компенсируется повышением производительности и безопасности сортировочного процесса. Это тем более актуально в связи с изменением структуры вагонопотоков на сортировочных станциях, вызванным изменением работы основных железнодорожных полигонов.

Профильная высота головного участка от вершины горки до начала участка регулирования должна обеспечивать скорость на входе этого участка для очень плохого бегуна на уровне не выше 1,4 м/с, чтобы предотвратить торможение этих отцепов [6].

Далее за участком регулирования сортировочные пути располагаются на неускоряющем уклоне от 0,6 до 1,0‰. Уклон парковой тормозной позиции (цепочки замедлителей) должен проектироваться в пределах 5,5–7‰.

На рис. 2 представлен профиль сортировочной горки с кривыми скорости для различных бегунов.

При массовом выпуске легких, устанавливаемых цепочкой, замедлителей будет достигнута такая стоимость изготовления, которая ясно покажет их рентабельность и целесообразность вследствие исключения возможности повреждения вагонов и грузов в процессе сортировки.

Данный способ автоматизации торможения вагонов на парковой тормозной позиции позволяет обойтись без дорогостоящего устройства контроля заполнения путей с оборудованием рельсовыми цепями сортировочных путей.

Выводы

Разработанные конструкции горочных горловин горок малой мощности с выделением прямых участков путей в пределах закрестовинных кривых для установки длиннобалочных замедлителей позволят сократить маневровую работу по осаживанию вагонов и ликвидации «окон». Предлагаемый профиль сортировочной горки позволит исключить «просадки», образование пилообразного профиля за парковой тормозной позицией. Проверка качества запроектированной горки показала удовлетворительные результаты.

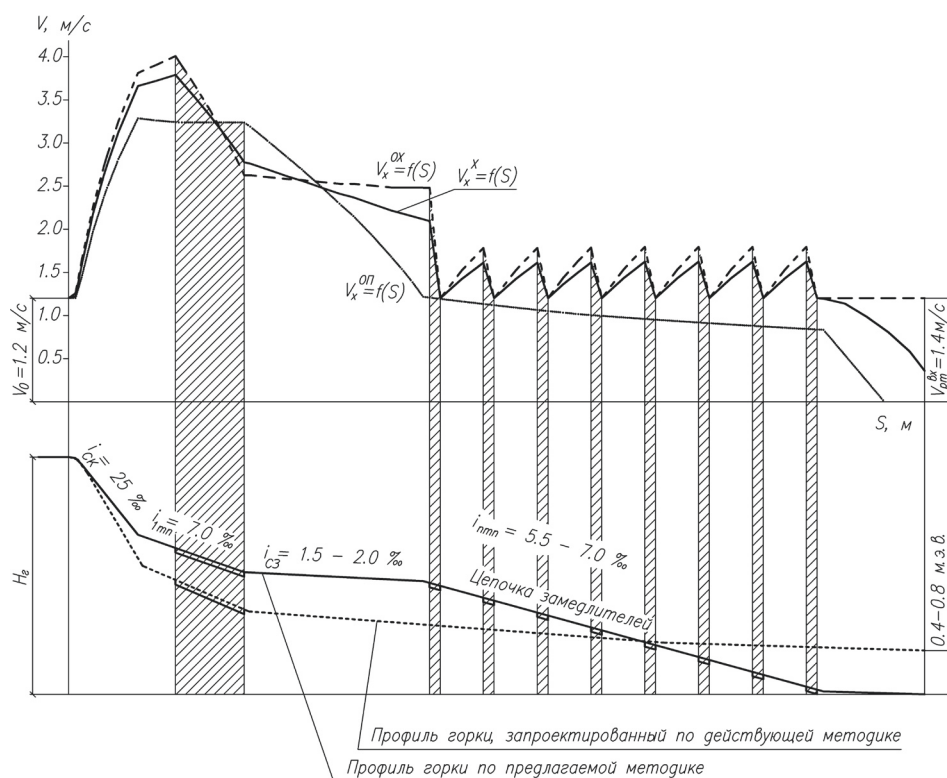


Рис. 2. Профиль и кривые скорости скатывания отцепов для предлагаемой конструкции сортировочной горки:

$V_x^{ox}=f(S)$ – кривая скорости очень хорошего бегуна; $V_x^x=f(S)$ – кривая скорости хорошего бегуна;

$V_x^{on}=f(S)$ – кривая скорости очень плохого бегуна

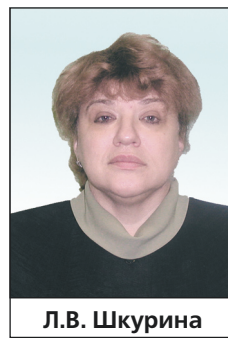
Литература

1. СП 225.1326000.2014. Свод правил. Станционные здания, сооружения и устройства: издание официальное: утверждены Приказом Минтранса России от 2 декабря 2014 года №331. — Москва: Минтранс, 2014. — 133 с. — Текст: непосредственный.
2. Иванкова, Л.Н. Влияние основных параметров профиля надвижной и спускной частей сортировочной горки на перерабатывающую способность / Л.Н. Иванкова, И.С. Бондаренко. — Текст: непосредственный // Наука и техника транспорта. — 2012. — №4. — С. 42–46.
3. Бондаренко, И.С. Выбор оптимальных значений факторов, влияющих на процесс роспуска составов с сортировочной горки / И.С. Бондаренко, А.Н. Иванов, Л.Н. Иванкова. — Текст: непосредственный // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. — 2012. — №1(33). — С. 223–227.
4. Бобровский, В.И. Анализ влияния параметров продольного профиля сортировочной горки на динамику скатывания отцепов / В.И. Бобровский, А.С. Дорош. — Текст: непосредственный // Транспортні системи та технології перевезень. — Днепропетровск. — 2012. — №6. — С.14–20.
5. Климов, А.А. Моделирование процесса заполнения путей сортировочных парков с учетом проталкивания вагонов / А.А. Климов, Т.И. Старостина. — Текст: непосредственный // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. — 2011. — №2. — С. 88–91.
6. Иванкова, Л.Н. Обеспечение комплексного проектирования плана и профиля сортировочной горки / Л.Н. Иванкова. — Текст: непосредственный // Современные проблемы совершенствования работы железнодорожного транспорта: межвузовский сборник научных трудов / под ред.д.т.н., проф.В.А. Бугреева — Москва: Российский университет транспорта (МИИТ), 2018. — С. 18–21. — ISBN 978-5-7473-0891-6. — Текст: непосредственный.

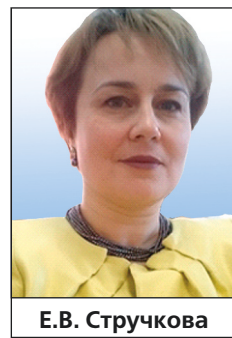
ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ ЕДИНОГО БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК С ПОЗИЦИЙ ФОРМИРОВАНИЯ КЛИЕНТООРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА

Рассмотрены вопросы, отражающие совершенствование производственных процессов, выполняемых на железнодорожных станциях при приеме и выдаче грузов. По результатам проведенных фотографий рабочего времени были выявлены возможности реинжиниринга данного процесса с перераспределением трудовых функций между работниками данных подразделений в зависимости от режима работы в целях снижения себестоимости перевозочных видов деятельности.

Ключевые слова: единый производственный процесс, клиентоориентированность, прием и выдача груза, приемоудатчик груза и багажа



Л.В. Шкурина



Е.В. Стручкова

Ключевым моментом в развитии рынка транспортных услуг является его ориентация на системное удовлетворение требований грузовладельцев, которые в первую очередь в сферу своего внимания включают соблюдение сроков доставки грузов и тариф за перевозку. В основном на эти показатели влияет согласованное взаимодействие структурных подразделений, принадлежащих различным хозяйствам железнодорожного транспорта. Поэтому исследование затрат рабочего времени работников смежных хозяйств, например, работников железнодорожной станции (ДС) и работников механизированной дистанции погрузочно-разгрузочных работ и коммерческих операций (МЧ) позволит выстроить оптимальную модель функционального процесса. В настоящее

время в периметр взаимодействия грузовладельца с компанией ОАО «РЖД» включаются:

- приемоудатчики груза и багажа МЧ, которые выполняют погрузочно-разгрузочные работы и хранение груза;
- приемоудатчики груза и багажа железнодорожной станции, занятые оформлением перевозочных документов;
- агенты системы фирменного транспортного обслуживания, производящие расчеты за перевозки;
- кассиры товарные МЧ, производящие расчеты за терминально-складские услуги;
- руководители среднего звена, координирующие и сопровождающие работу с клиентами.

Шкурина Лидия Владимировна, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Экономика, финансы и управление на транспорте» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: экономическая теория транспорта, теория стратегического развития транспортного комплекса, теория и практика системных преобразований на железнодорожном транспорте. Автор более 200 научных работ, в том числе семи монографий.

Стручкова Евгения Владимировна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика, финансы и управление на транспорте» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: организация, регламентация, нормирование и оплата труда на железнодорожном транспорте, методология организации производства на железнодорожном транспорте. Автор более 35 научных работ.

Харёва Юлия Алексеевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика, финансы и управление на транспорте» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: методы организации эффективных производственных процессов и их инвестиционное обеспечение. Автор более 20 научных работ.

Не всегда это взаимодействие с клиентами организовано рационально в связи с тем, что не всегда есть понимание у клиента, к кому обращаться за услугой. Часть функций клиент должен выполнять самостоятельно или обращаться к экспедиторам и, как правило, возникают многочисленные и узконаправленные коммуникации.

Анализ функционала текущей ситуации при приеме груза к перевозке отражен на рис. 1.

Структура бизнес-процесса по приему груза к перевозке и процедура взаимодействия с клиентом представлен на рис. 2.

Для реинжиниринга бизнес-процесс взаимодействия с клиентами и оптимизации затрат времени на

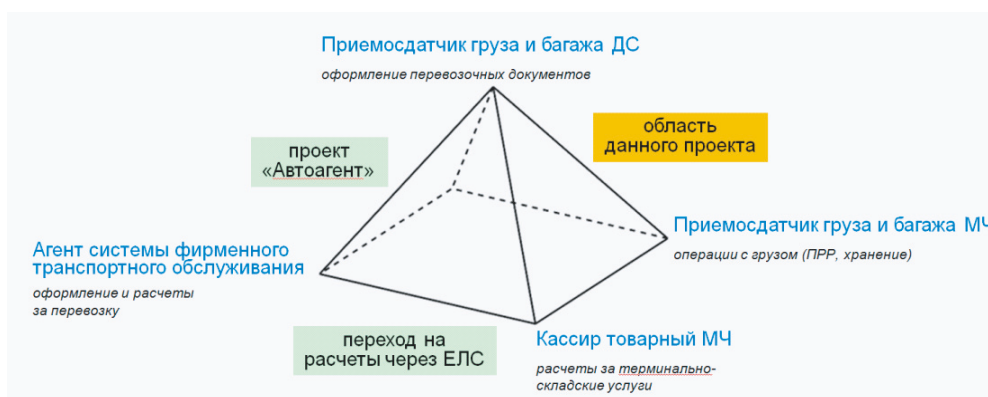


Рис. 1. Анализ текущей ситуации при приеме груза к перевозке

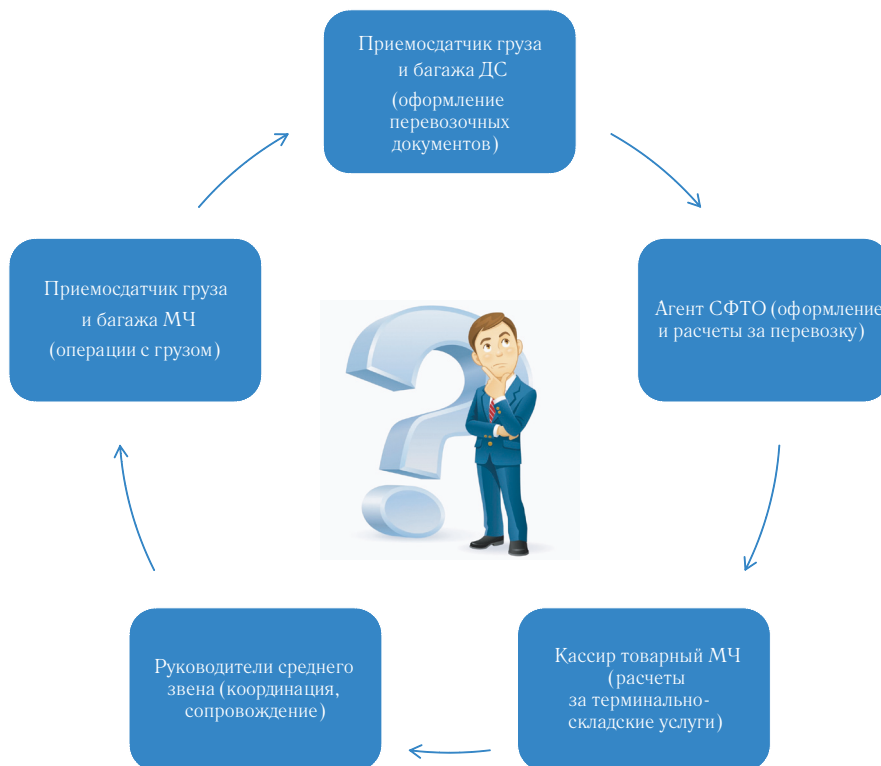


Рис. 2. Периметр взаимодействия «Клиент – ОАО «РЖД»

выполнение этих работ были проведены фотографии рабочего дня, так как только с помощью этих исследований можно получить пространственно-временную оптимизацию производственного процесса.

По результатам проведенных исследований были получены следующие результаты (рис. 3).

В структуре рабочего времени приемосдатчиков станции оформление перевозочных документов составляют 17%, ведение станционной коммерческой отчетности — 32%, оформление актов общей формы — 24%, прочие операции — 16%, несвойственные функции — 7%, потери рабочего времени — 4%.

В структуре рабочего времени приемосдатчиков со сменным режимом работы прием и выдача груза составляют 23%, оформление перевозочных документов — 7%, ведение станционной коммерческой отчетности — 25%, оформление актов общей формы — 27%, прочие операции — 13%, потери рабочего времени — 5%.

В структуре рабочего времени приемосдатчиков с ежедневным режимом работы прием и выдача груза составляет 66%, оформление перевозочных документов — 1%, оформление актов общей формы — 1%, прочие операции — 8%, потери рабочего времени — 24%.

Существенная доля потерь рабочего времени приемосдатчиков с ежедневным режимом работы (24%) обусловлена ожиданием начала погрузочно-разгрузочных работ, которые выполняют механизаторы комплексных бригад и здесь очень важным вопросом является проблема дублирования функций приемосдатчиков станций и механизированных дистанций погрузочно-разгрузочных работ (рис. 4).

По результатам проведенных наблюдений и анализа затрат рабочего времени была обоснована возможность и целесообразность для одной из станций Западно-Сибирской железной дороги провести оптимизацию трудовых затрат по приему и выдаче грузов, сформировать вместо трех рабочих мест, предусмотренных действующей технологией работы, два рабочих места, исключив потери рабочего времени, несвойственные функции и ведение вспомогательных форм, которые дублируют информационные системы (рис. 5).

По результатам проведенных исследований были получены следующие результаты. В структуре рабочего времени приемосдатчиков МЧ с ежедневным режимом работы прием и выдача груза составляет 66%, оформление перевозочных документов — 1%, оформление актов общей формы — 1%, прочие операции — 8%, потери рабочего времени — 24%. Существенная доля потерь рабочего времени приемосдатчиков с ежедневным режимом работы (24%) обусловлена ожиданием начала погрузочно-разгрузочных работ, которые выполняют механизаторы комплексных бригад МЧ и здесь очень важным является вопрос о дублировании функций.

Приемосдатчики МЧ присутствуют на выгрузке грузов из вагонов в 63% случаях, приемо-сдаточные акты оформляются в 38% случаев складские квитанции составляются в 13% случаев. Поэтому здесь очень важным является вопрос о целесообразности выполнения данного функционала в едином процессе приема груза к перевозке. Для повышения эффективности целесообразно исключить личное присутствие приемосдатчиков МЧ при погрузке и выгрузке



Рис. 3. Результаты проведения фотографии рабочего дня

грузов, а также отменить оформление документов, которые не создают ценность ни для клиента, ни для ОАО «РЖД»

В результате реализации проекта по повышению клиентоориентированности только на одной железнодорожной станции Западно-Сибирской железной дороги позволит сократить количество рабочих мест с девяти до пяти, таким образом, у приемосдатчиков на станции остается два рабочих места, но добавляется функционал по учету операций на местах общего пользования.

У приемосдатчика МЧ со сменным режимом работы предлагается изменить функционал и консолидировать функцию по учету и контролю осуществления терминально-складских услуг на грузовом районе механизиро-

ванной дистанции погрузочно-разгрузочных работ. В то же время у приемосдатчиков дистанции с ежедневным режимом работы предлагается сосредоточить функцию по приему и выдаче грузов в крытых складах.

Оценка экономической целесообразности перераспределения функционала работников при реинжиниринге процессов приведет:

- к снижению трудозатрат;
- увеличению эффективной занятости работников с 80 до 96 %;
- снижению численности (четыре человека) и фонда оплаты труда на 4,9 млн руб.

Данный проект может быть тиражирован и на другие станции в границах полигона железной дороги и сети в целом.

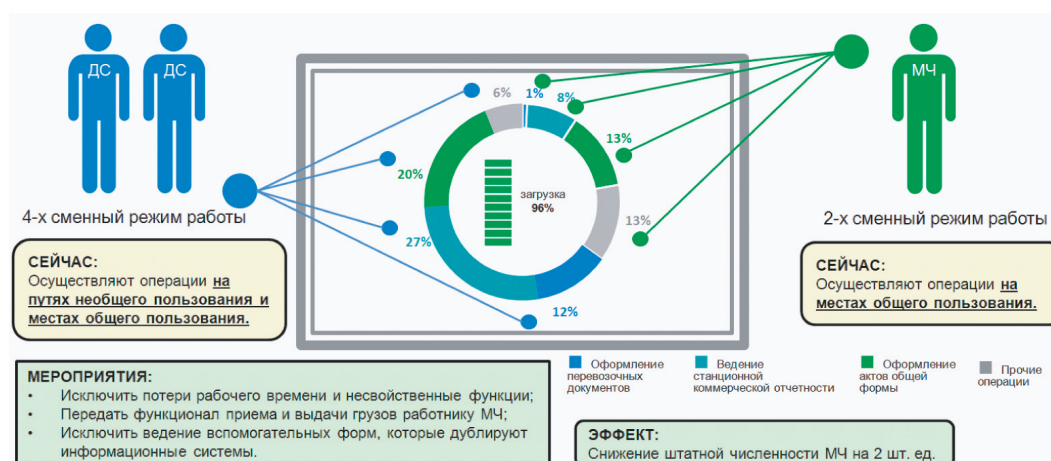


Рис. 4. Консолидация функций у сменных приемосдатчиков груза и багажа станции



Рис. 5. Функции и вспомогательные формы, дублирующие информационные системы

Говоря о необходимости клиентоориентированной политики на повестке дня должно стоять продвижение в направлении координат: продукт, цена, продвижение товара и организация сбыта (рис. 6).

В результате проведенного исследования был сформирован единый бизнес-процесс приема и выдачи груза в условиях его реализации на железнодорожной станции и в механизированной дистанции погрузочно-разгрузочных работ и коммерческих операций.

Решенные в исследовании задачи нацелены на совершенствование методических подходов организации производственного процесса с точки зрения наращивания конкурентных преимуществ и снижения затрат по перевозочным видам деятельности.

В работе применены методические подходы к улучшению единого бизнес-процесса по реализации грузовых перевозок и предложен конкретный перечень мероприятий по оптимизации трудовых затрат, который позволит повысить производительность труда, снизить себестоимость перевозок и сформировать оптимальную цену для клиента. 



Рис. 6. Оценка уровня клиентоориентированности

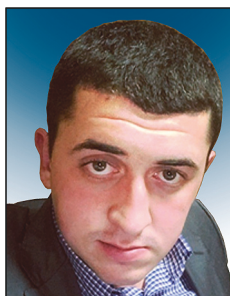
Литература

1. Организация производства на железнодорожном транспорте: учебник / под редакцией В.Н. Никитина и Л.В. Шкуриной. — Москва: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2021. — 368 с. — ISBN 978-5-907206-82-3. — Текст: непосредственный.
2. Распоряжение ОАО «РЖД» от 6 июня 2011 г. №1226р «Об утверждении порядка применения коэффициента, учитывающего сменный (графиковый) режим работы». — Текст: непосредственный.
3. Распоряжение ОАО «РЖД» от 14 декабря 2012 г. №2581р «Об утверждении типового технологического процесса работы структурных подразделений Центральной дирекции по управлению терминально-складским комплексом ОАО «РЖД» по оформлению работ и услуг». — Текст: непосредственный.
4. Распоряжение ОАО «РЖД» от 15 декабря 2015 г. №539 «Об утверждении Типового технологического процесса работы механизированной дистанции погрузочно-разгрузочных работ и коммерческих операций». — Текст: непосредственный.
5. Положение о системе нормирования труда в ОАО «РЖД». Утверждено распоряжением ОАО «РЖД» от 30 октября 2018 г. №2331/р. — Текст: непосредственный.

РАЗРАБОТКА ЭЛАСТОМЕРНОГО ДЕМПФЕРА ДЛЯ ТЕЛЕЖКИ ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА



Д.Г. Евсеев



Ю.Н. Сарычев

Предложено техническое решение по конструкции эластомерного двухходового демпфера для применения в тележках пассажирских вагонов. Выполнен анализ свойств эластомера. Описаны устройство и принцип действия демпфера. Результаты работы могут быть использованы для создания действующих образцов эластомерного демпфера и внедрения их на пассажирских вагонах.

Ключевые слова: тележка пассажирского вагона, гаситель колебаний, энергопоглощающие устройства, эластомер, вязкое трение

Существует ряд конструктивных схем реализации эластомерных поглощающих приборов, подробно описанных, в частности, в работах [1;2], в которых приводятся классификация эластомерных аппаратов и их основные конструктивные схемы. Анализ конструктивных недостатков некоторых ранее разрабатывавшихся моделей позволил сформулировать основополагающие принципы разработки конструкции эластомерных демпферов [2–4], которые применены в настоящем исследовании.

Главными свойствами эластомера, определяющими, наряду с линейными размерами, работу демп-

феров, являются объемная жесткость и вязкость [5], которые, в свою очередь, определяются молекулярным строением эластомеров.

Внутренняя структура эластомера представляет собой длинные полимерные молекулы с высокой гибкостью, свернутые в клубки. Множество молекул-клубков оказываются перепутанными, что объясняет особые свойства эластомеров при действии внешних сил. Во-первых, эластомерам свойственна высокая объемная сжимаемость, так как между молекулами имеется достаточно большое незаполненное пространство. Во-вторых, эластомеры обладают

Евсеев Дмитрий Геннадьевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» Института транспортной техники и систем управления Российского университета транспорта (ИТТСУ РУТ (МИИТ)), Заслуженный деятель науки РФ, научный руководитель – координатор Программы «Формирование и развитие высокоскоростного амфибийного транспорта в России». Область научных интересов: безопасность на транспорте, высокоскоростной амфибийный транспорт. Автор более 250 научных работ, в том числе трех учебников, пяти монографий. Имеет более 40 патентов и авторских свидетельств на изобретения.

Сарычев Юрий Николаевич, аспирант кафедры «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» Института транспортной техники и систем управления Российского университета транспорта (ИТТСУ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: совершенствование конструкций вагонов. Автор двух научных работ.

Андрянов Сергей Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» Института транспортной техники и систем управления Российского университета транспорта (ИТТСУ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: производство и модернизация грузовых вагонов, динамика вагона, эластомерные поглощающие аппараты. Автор семи научных работ.

высокой вязкостью, вследствие появления сетки узлов между молекулами. В-третьих, для эластомеров характерна высокая релаксационная способность.

При достаточно длительном действии внешних нагрузок эластомер имеет три стадии деформации: упругую, высокоэластическую и вязкоупругую. Остановимся на них более подробно.

1. В начальной фазе деформирования имеет место упругая стадия, которая называется механическим стеклованием. Критическое время для завершения этой стадии называется временем релаксации. Оно зависит от давления и температуры, но не зависит от уровня внешней нагрузки (если при этом не меняется химическая структура).

2. Следующая стадия — высокоэластическая, для которой характерна текучесть эластомера. Упругая и высокоэластическая стадии деформации являются обратимыми. Для эластомеров высокоэластической стадией можно пренебречь ввиду ее незначительного влияния на общий процесс [6–8].

3. Дальнейшая стадия — вязкотекучести эластомера — связана с перегруппировкой сегментов молекул под действием нагрузки. Следует отметить, что в обычных жидкостях течению подвергаются молекулы, в эластомере же — сегменты молекул-клубков. На вязкость эластомера влияют, в первую очередь, скорость деформации, температура и давление.

Следует остановиться на преимуществах кремнийорганических (силоксановых) эластомеров, которые делают их наиболее эффективными для применения в энергопоглощающих устройствах:

- высокая гибкость полимерных цепочек, обеспечивающая повышение объемной сжимаемости;
- достаточно низкая температура релаксации [9];

- высокая долговечность;
- экологическая безопасность [1].

Разработка конструктивной схемы двухходового эластомерного демпфера

Внешний вид предлагаемого эластомерного гасителя колебаний приведен на рисунке, а.

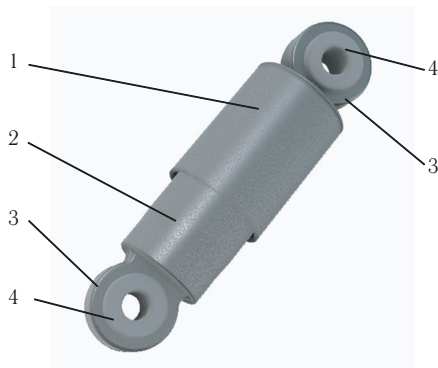
Габаритные размеры предлагаемого эластомерного гасителя соответствуют размерам ныне применяющихся гидравлических гасителей, что обеспечивает возможность размещения гасителя на тележке вагона.

Общая конструктивная схема предлагаемого демпфера приведена на рисунке, б, где показана трехмерная модель, в которой вырезана четверть для просмотра внутреннего устройства демпфера.

Кожух 1 через запрессованную крышку 13 жестко соединен со штоком 10, составляющим единое целое с поршнем 9. Внешняя нагрузка передается на шток через верхний кронштейн 3, также жестко связанный с ним. Внутри кожуха перемещается плунжер 2 (внутренний корпус), жестко связанный с нижним дном 5 и нижним кронштейном 3. Внешняя нагрузка передается на плунжер 2 через этот кронштейн. Плунжер 2 имеет два герметичных дна 5 и 11, причем верхнее дно 11 имеет отверстие для выхода штока и снабжено уплотнением 12.

Шток 10 перемещается внутри плунжера, причем их соосность обеспечивается, во-первых, верхним дном 11 с уплотнением 12 и, во-вторых, подвижной опорой 8 с уплотнением 7, жестко закрепленной на штоке 10 при помощи гайки фиксатора 6. Внутри плунжера 2 имеется три камеры А, В и С с эластомером, разделенные поршнем 9 и подвижной опорой 8.

а



б

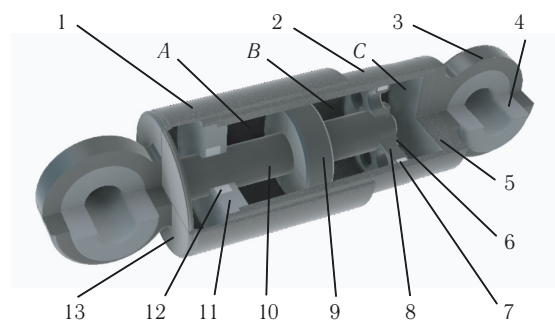


Рисунок. Двухходовой эластомерный демпфер: а – внешний вид; б – конструктивная схема: 1 – кожух; 2 – плунжер (корпус); 3 – верхний и нижний кронштейны; 4 – упругая прокладка; 5 – нижнее дно корпуса; 6 – гайка-фиксатор опоры; 7 – уплотнение опоры; 8 – подвижная опора с отверстиями; 9 – поршень; 10 – шток; 11 – верхнее дно корпуса; 12 – уплотнение верхнего дна; 13 – крышка кожуха; А, В, С – камеры с эластомером

Между наружной поверхностью поршня 9 и внутренней поверхностью плунжера 2 имеется узкий кольцевой зазор для перетекания эластомера с сопротивлением между камерами *A* и *B*; подвижная опора 8 имеет шесть отверстий достаточно большого диаметра для практически свободного перетекания эластомера между камерами *B* и *C*.

Принцип действия двухходового эластомерного демпфера состоит в следующем. В режиме сжатия, когда надрессорная балка перемещается вниз относительно рамы тележки, внешние силы, приложенные к кронштейнам 3 через прокладки 4, заставляют шток 10 с поршнем 9 перемещаться внутрь плунжера 2. При этом в камерах *B* и *C* с эластомером повышается давление, а в камере *A* — понижается. Это заставляет эластомер перетекать из камеры *B* в камеру *A* через кольцевой зазор между поршнем и плунжером. При течении эластомера возникают силы вязкого трения, работа которых создает основную долю рассеяния энергии в демпфере.

Кроме того, эластомер в камерах *B* и *C* испытывает объемное упругое сжатие, что создает дополнительную амортизацию усилий в рессорном подвешивании. В демпфере также действуют силы сухого трения, связанные со взаимным скольжением его элементов. Эти силы вносят менее существенный вклад в общую диссипацию энергии.

В режиме растяжения, когда надрессорная балка поднимается относительно рамы тележки, на кронштейны 3 действуют растягивающие силы, заставляющие шток выходить из плунжера. В камере *A* под действием поршня создается повышенное давление, а

в камерах *B* и *C* — разрежение. В результате эластомер перетекает из камеры *A* в камеру *B* через кольцевой зазор. Силы трения в любом случае направлены против скорости перемещения штока относительно плунжера.

Таким образом, предлагаемую конструкцию демпфера можно назвать двухходовой. Возвращение гасителя в исходное состояние происходит, во-первых, под действием силы упругости эластомера, а во-вторых, под действием пружин центрального рессорного подвешивания. Это дает возможность сделать устройство двухходовым, что практически неосуществимо в поглощающих аппаратах автосцепного устройства без принципиальных конструктивных изменений в нем.

Заключение

Выполнен анализ свойств эластомера с точки зрения его применения в качестве рабочего тела энергопоглощающих устройств.

Проанализированы подходы к проектированию эластомерных энергопоглощающих устройств, что может быть использовано при проектировании эластомерных гасителей колебаний и поглощающих аппаратов с другими конструктивными решениями.

Предложено техническое решение по конструкции двухходового эластомерного демпфера для тележки пассажирского вагона. Описаны основные элементы данного демпфера и принцип его действия как в режиме сжатия, так и в режиме расширения.

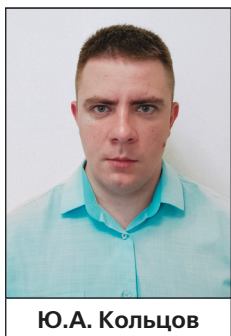
Эластомерные демпферы могут быть внедрены в перспективных тележках пассажирских вагонов. 

Литература

1. Горячев, С.А. Разработка методики проектирования и выбор параметров эластомерного поглощающего аппарата грузовых вагонов : специальность 05.22.07 «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Горячев Сергей Александрович; УрГУПС. — Екатеринбург, 1999. — 152 с. — Текст: непосредственный.
2. Андриянов, С.С. Нагруженность элементов специализированных вагонов, оборудованных амортизаторами повышенной энергоемкости: специальность 05.22.07 «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Андриянов Сергей Сергеевич; Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ). — Москва, 2006. — 106 с. — Библиогр.: с. 94–106. — Текст: непосредственный.
3. Нормы для расчёта и проектирования вагонов железных дорог МПС колес 1520 мм (несамоходных). — Москва: ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996. — 319 с. — Текст: непосредственный.
4. Технические требования на разработку автосцепного устройства грузовых вагонов нового поколения 10/31 ЦВА. — МПС РФ, 1999. — Текст: непосредственный.
5. Техническая физика и химия эластомеров: учебное пособие / И.П. Петрюк, А.Н. Гайдадин, В.Ф. Каблов, А.М. Огрель; Гос. техн. ун-т. — Волгоград: Политехник, 2001. — 87 с. — Текст: непосредственный.

6. Бартенев, Г.М. Трение и износ полимеров / Г.М. Бартенев, В.В. Лаврентьев. — Ленинград. Ленинградское отделение: Химия, 1972. —240 с. —Текст: непосредственный.
7. Привалко, В.П. Молекулярное строение и свойства полимеров / В.П. Привалко. —Ленинград. Ленинградское отделение: Химия, 1986. —238 с. —Текст: непосредственный.
8. Виноградов, Г.В. Реология полимеров / Г.В. Виноградов, А.Я. Малкин. —Москва: Химия, 1977. —438 с. —Текст: непосредственный.
9. Аскадский, А.А. Химическое строение и физические свойства полимеров / А.А. Аскадский, Ю.И. Матвеев. —Москва: Химия, 1983. —248 с. —Текст: непосредственный.
10. Аскадский, А.А. Деформация полимеров / А.А. Аскадский. —Москва: Химия, 1973. —448 с. —Текст: непосредственный.
11. Чугаев, Р. Р. Гидравлика (техническая механика жидкости): учебник для студентов гидротехнических специальностей высших учебных заведений / Р. Р. Чугаев. —Изд. 5-е, репр. —Москва: Бастет, 2008. —672 с. —Текст: непосредственный.
12. Справочник по гидравлическим расчетам / Под ред. П.Г. Киселева —4-е изд., перераб. и доп. —Москва: Энергия, 1972. —312 с. —Текст: непосредственный.

РАСЧЕТ И АНАЛИЗ РЕСУРСА БАНДАЖЕЙ КОЛЕСНЫХ ПАР ГРУЗОВЫХ ЭЛЕКТРОВОЗОВ



Ю.А. Кольцов



Д.И. Бодриков

Произведен расчет и анализ ресурсов бандажей колесных пар грузовых двухсекционных 2ЭС5К и трехсекционных 3ЭС5К электровозов переменного тока, эксплуатирующихся на Восточно-Сибирской железной дороге. Для расчетов была использована информация о замерах контролируемых параметров бандажей колесных пар.

Ключевые слова: электровозы серии ЭС5К, колесная пара, бандаж, наработка, ресурс

В настоящее время особый интерес для исследования долговечности подвижного состава представляет оборудование, лимитирующее межремонтные пробеги. Известно, что к такому оборудованию относят тяговые электродвигатели и колесные пары [1;2].

На первом этапе исследования произведен сбор данных о замерах контролируемых параметров бандажей колесных пар электровозов 2ЭС5К и 3ЭС5К приписки депо Вихоревка. Выполнено упорядочивание данных о толщине бандажей грузовых электровозов и произведена обработка информации с использова-

нием метода корреляционного анализа. В ходе анализа были отобраны по 30 осей колесных пар двух- и трехсекционных электровозов.

Затем, по результатам корреляционного анализа, построены облака корреляции толщины бандажей от наработки колесных пар, приведенные на рис. 1,2.

При рассмотрении графиков, приведенных на рис. 1,2, видна связь износа толщины бандажей с увеличением наработки колесных пар. В ходе эксплуатации электровозов, с увеличением наработки, уменьшается толщина бандажей. Приведенные зависимости являются линейными. Для определения зако-

Кольцов Юрий Александрович, преподаватель кафедры «Электропоезда и локомотивы» Института транспортной техники и систем управления Российского университета транспорта (ИТТСУ РУТ (МИИТ)), начальник участка по гарантийному обслуживанию электропоездов ООО «Уральские локомотивы». Область научных интересов: организация и совершенствование системы ремонта и технического обслуживания подвижного состава, надежность подвижного состава. Автор 11 научных работ.

Бодриков Денис Игоревич, ассистент кафедры «Электропоезда и локомотивы» Института транспортной техники и систем управления Российского университета транспорта (ИТТСУ РУТ (МИИТ)), начальник отдела скоростного моторвагонного подвижного состава Проектно-конструкторского бюро локомотивного хозяйства – филиала ОАО «РЖД». Область научных интересов: имитационное моделирование, оптимизация работы станции стыкования, организация системы эксплуатации и ремонта. Автор 12 научных работ.

Смирнов Валентин Петрович, доктор технических наук, профессор кафедры «Тяговый подвижной состав» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: повышение надежности локомотивов. Автор 151 научной работы. Имеет три патента на изобретения.

Лыткина Екатерина Михайловна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация железных дорог» Красноярского института железнодорожного транспорта – филиала Иркутского государственного университета путей сообщения (КРИЖТ ИрГУПС). Область научных интересов: зональная система повышения надежности тягового подвижного состава. Автор 68 научных работ, в том числе одной монографии. Имеет шесть патентов РФ.

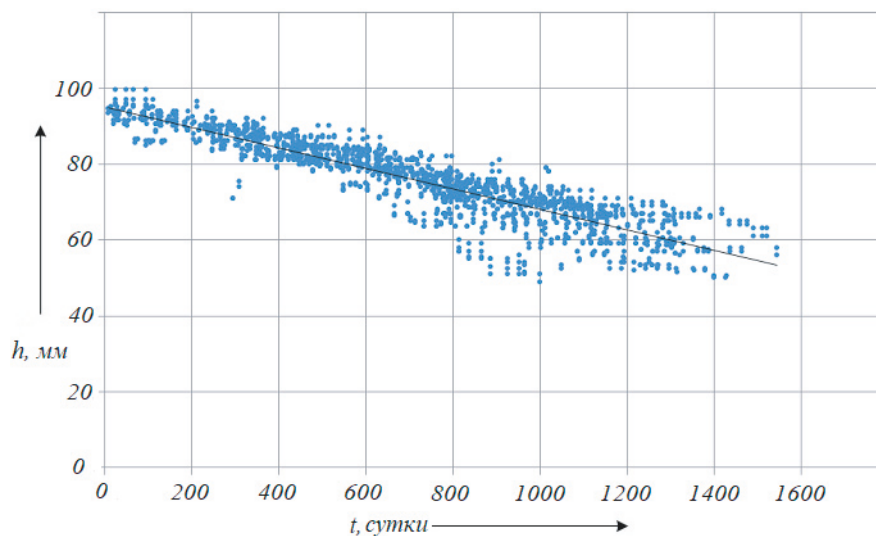


Рис. 1. Линейная статистическая связь уменьшения толщины бандажей от наработки колесных пар двухсекционных электровозов 2ЭС5К

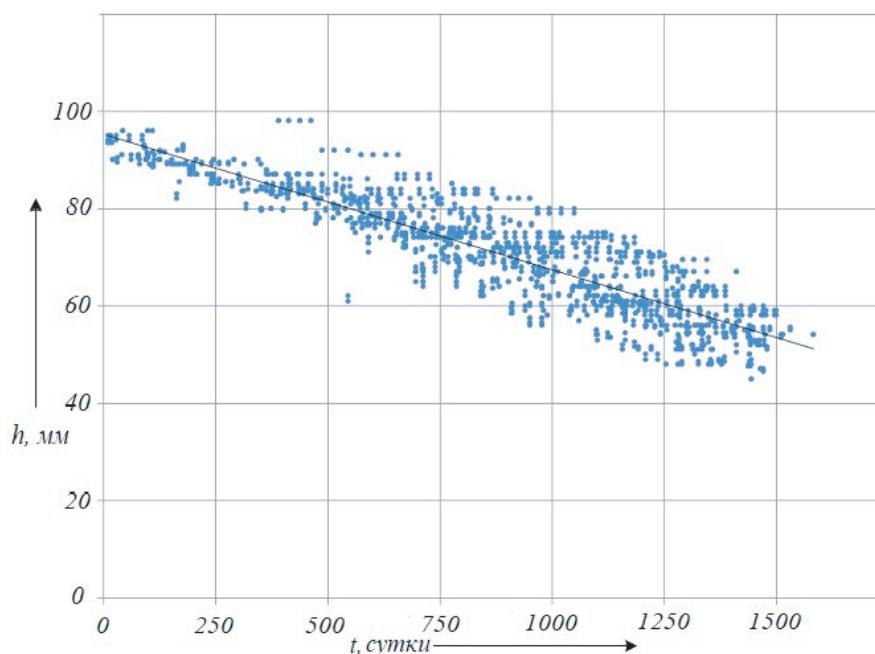


Рис. 2. Линейная статистическая связь уменьшения толщины бандажей от наработки колесных пар трехсекционных электровозов 3ЭС5К

номерностей износа бандажей определены законы распределения, а также построена функция распределения ресурса, с использованием метода наименьших квадратов [3].

При расчете была упорядочена толщина бандажей колесных пар с интервалом 100 суток и определены законы распределения для каждого интервала.

Для примера в табл. 1 и на рис. 3 приведены результаты расчетов при износе бандажей колесных пар в интервале наработки от 100 до 200 суток (для электровозов 2ЭС5К).

Аналогичные результаты расчетов износа бандажей электровозов 3ЭС5К в интервале наработки 600–700 суток представлены в табл. 2 и на рис. 4.

Таблица 1

**Закон распределения толщины бандажей при наработке колесных пар
электровозов 2ЭС5К в интервале от 100 до 200 суток**

Параметр	Результаты
Объем выборки, ед.	66
Среднее значение толщины бандажей, мм	90,674
Среднеквадратическое отклонение толщины бандажей, мм	2,644
Расчетный критерий Пирсона $\chi^2_{\text{расч}}$	1,241
Теоретический критерий Пирсона $\chi^2_{\text{теор}}$	4,605
Закон распределения	Нормальный
Вероятность соответствия закону распределения	0,538

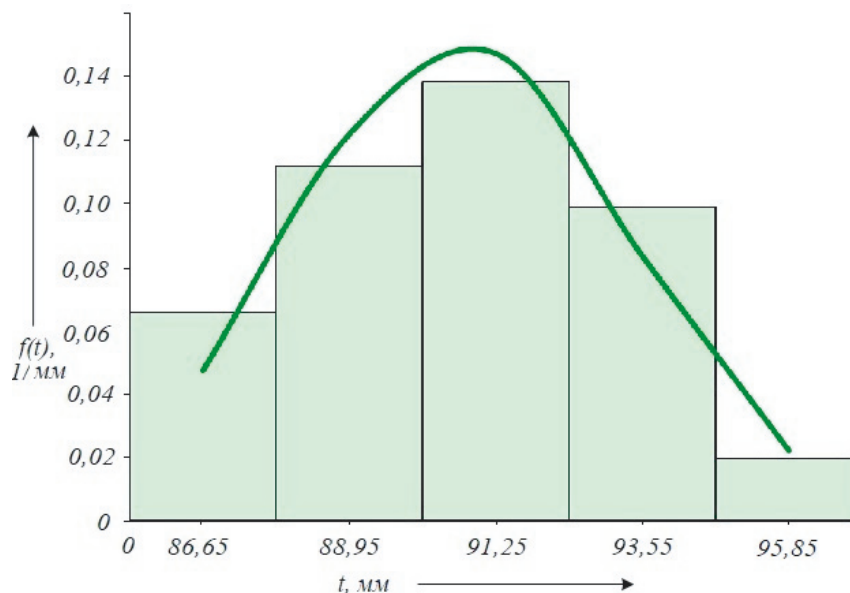


Рис. 3. Нормальный закон распределения толщины бандажей при наработке колесных пар
электровозов 2ЭС5К в интервале от 100 до 200 суток

Полученные значения средней величины и среднеквадратических отклонений толщины бандажей, относящихся к соответствующему временному интервалу электровозов 2ЭС5К, сведены в табл. 3.

Для построения регрессий изменения толщины бандажей от наработки колесных пар результаты расчетов средних значений и среднеквадратических отклонений толщины бандажей из табл. 3 перенесены в соответствующие графики зависимостей электровозов 2ЭС5К. Полученные регрессии приведены на рис. 5,6.

Для определения гамма-процентного ресурса бандажей колесных пар электровозов 2ЭС5К построена функция распределения ресурса бандажей с указанием 90% ресурса (рис. 7) [4].

Аналогично сведены в табл. 4 полученные средние значения и среднеквадратические отклонения толщины бандажей, относящиеся к соответствующему интервалу наработки колесных пар электровозов 3ЭС5К и построены зависимости регрессий (рис. 8,9).

Функция распределения ресурса бандажей колесных пар электровозов 3ЭС5К с указанием 90% ресурса представлена на рис. 10 [4].

Таблица 2

**Закон распределения толщины бандажей при наработке колесных пар
электровозов ЗЭС5К в интервале от 600 до 700 суток**

Параметр	Результаты
Объем выборки, ед.	106
Среднее значение толщины бандажей, мм	78,066
Среднеквадратическое отклонение толщины бандажей, мм	5,501
Расчетный критерий Пирсона $\chi^2_{\text{расч}}$	5,299
Теоретический критерий Пирсона $\chi^2_{\text{теор}}$	6,251
Закон распределения	Нормальный
Вероятность соответствия закону распределения	0,151

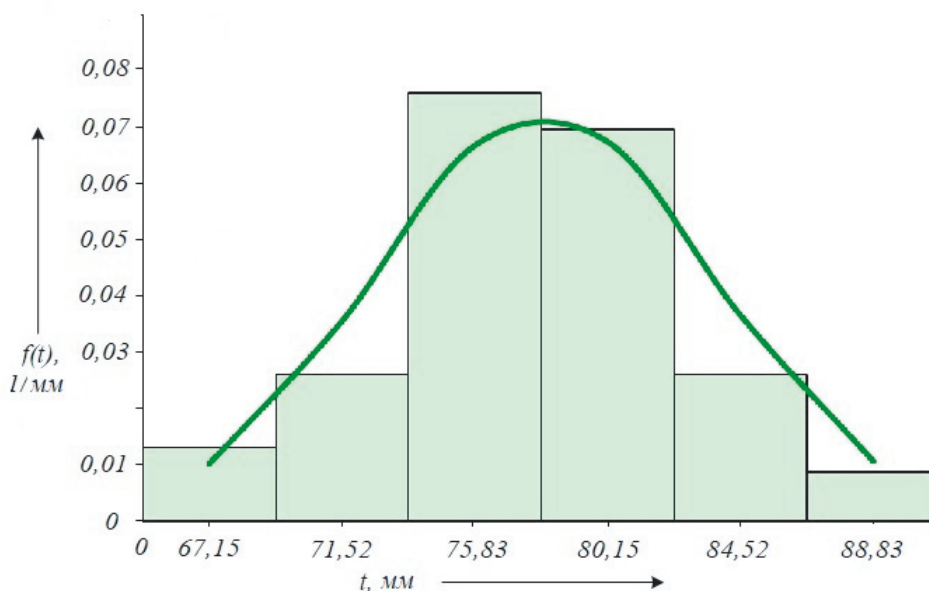


Рис. 4. Нормальный закон распределения толщины бандажей при наработке колесных пар электровозов ЗЭС5К в интервале от 600 до 700 суток

Выводы

1. Ресурс бандажей колесных пар электровозов 2ЭС5К составил 1532 суток, электровозов ЗЭС5К – 1486 суток.
2. При среднесуточном пробеге локомотивов в пределах 500 км (приблизенно) ресурс бандажей колесных пар будет составлять 766 и 743 тыс. км соответственно. Сравнительный анализ полученных значений ресурсов бандажей говорит о том, что необходимо провести испытания с увеличенным сроком эксплуатации и проанализировать полученные статистические данные об износе для их рационального использования.
3. Также необходимо выполнить расчет ресурса с использованием методики группировки толщин бандажей колесных пар [5] для сравнения результатов с методикой расчета при группировке наработок бандажей.

Таблица 3

**Регрессии изменения средних значений и среднеквадратических отклонений
толщины бандажей от наработки колесных пар электровозов 2ЭС5К**

Интервал наработки колесных пар, сутки	Среднее значение толщины бандажей $m_h(m_t)$, мм	Средняя наработка колесных пар m_t , сутки	Среднеквадратическое отклонение толщины бандажей $\sigma_h(m_t)$, мм	Объем выборки, ед.
0–100	93,28	54,24	3,05	72
100–200	90,67	142,77	2,64	66
200–300	88,38	252,01	3,56	94
300–400	85,92	346,02	3,16	144
400–500	83,61	452,18	2,57	150
500–600	81,61	553,98	3,43	120
600–700	78,34	644,87	4,07	154
700–800	74,32	757,22	4,71	168
800–900	70,41	849,47	5,73	168
900–1000	68,10	949,38	5,89	142
1000–1100	67,17	1048,43	5,26	150
1100–1200	63,65	1145,12	4,65	120
1200–1300	61,12	1256,36	5,36	82

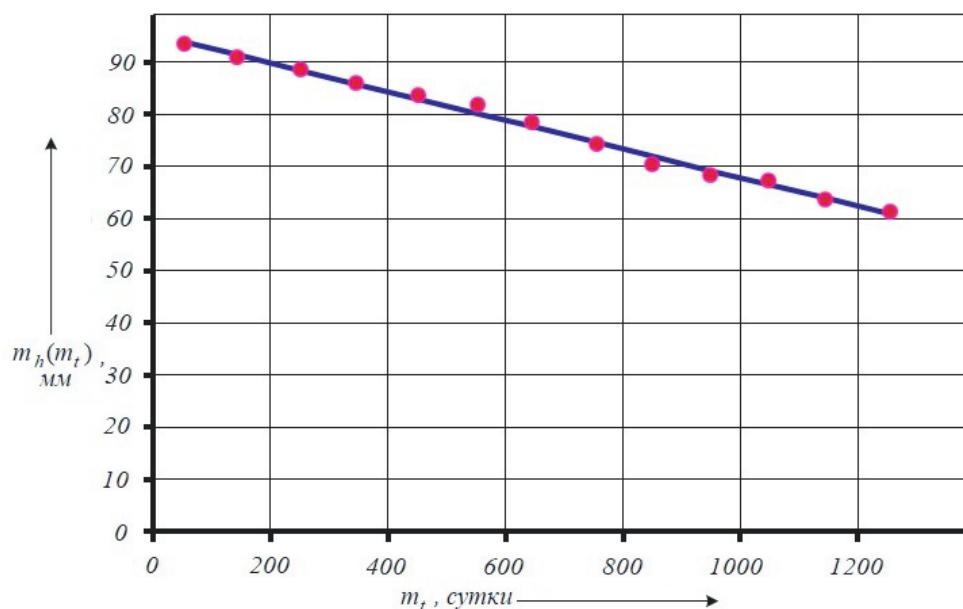


Рис. 5. Регрессия изменения средних значений толщины бандажей
от наработки колесных пар электровозов 2ЭС5К

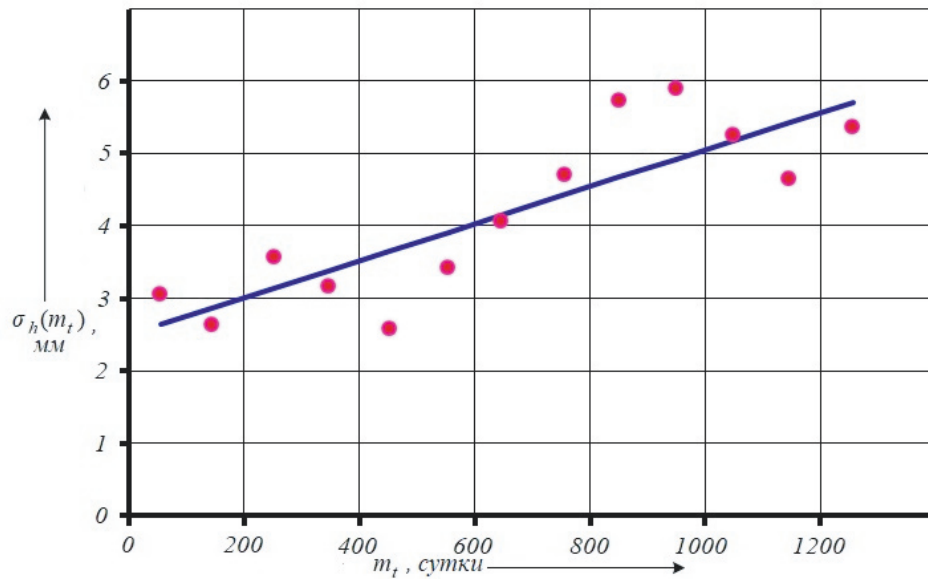


Рис. 6. Регрессия изменения среднеквадратических отклонений толщины бандажей от наработки колесных пар электровозов 2ЭС5К

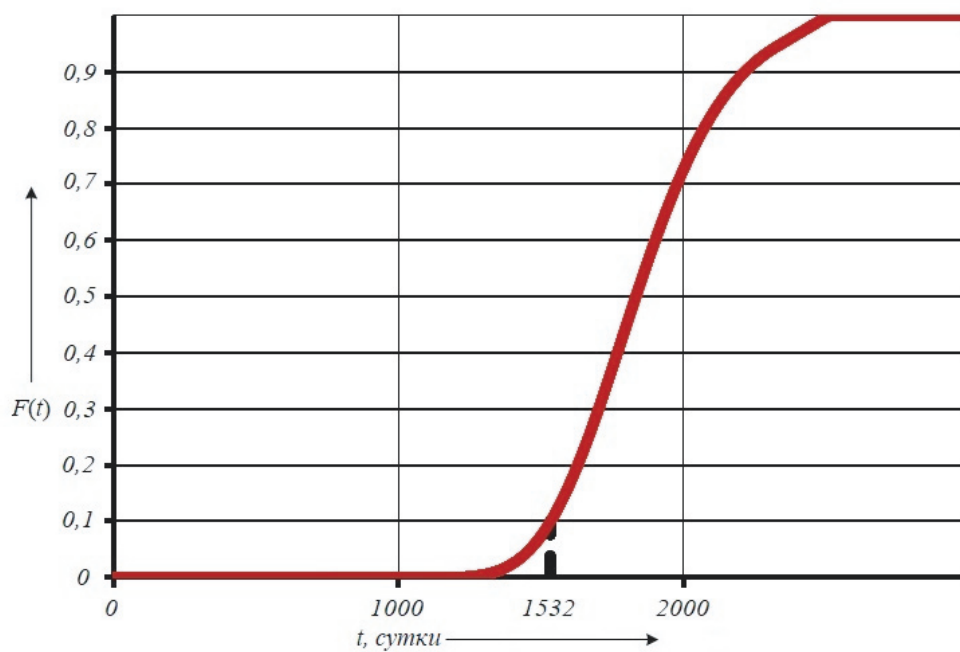


Рис. 7. Функция распределения ресурса бандажей колесных пар электровозов 2ЭС5К

Таблица 4

**Регрессии изменения средних значений и среднеквадратических отклонений
толщины бандажей от наработки колесных пар электровозов ЗЭС5К**

Интервал наработки колесных пар, сутки	Средняя толщина бандажей $m_h(m_t)$, мм	Средняя наработка колесных пар m_t , сутки	Среднеквадратическое отклонение толщины бандажей $\sigma_h(m_t)$, мм	Объем выборки, ед.
0–100	92,16	62,87	2,11	48
100–200	89,59	151,48	2,52	56
200–300	87,01	242,67	1,85	52
300–400	84,77	356,27	3,60	62
400–500	84,37	445,54	4,64	88
500–600	80,26	557,94	5,13	92
600–700	78,07	654,52	5,51	106
700–800	74,26	751,26	4,94	146
800–900	72,67	850,01	5,73	126
900–1000	69,00	951,27	6,45	150
1000–1100	66,18	1055,09	5,76	126
1100–1200	63,91	1148,78	6,20	160
1200–1300	60,07	1249,86	6,01	150
1300–1400	56,68	1343,40	5,43	133
1400–1500	54,43	1443,13	4,41	94

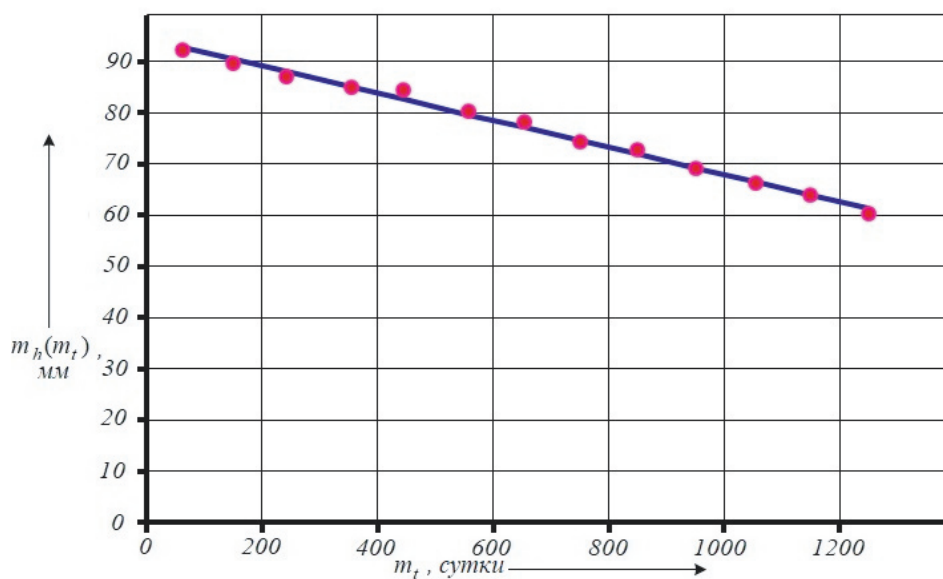


Рис. 8. Регрессия изменения средних значений толщины бандажей
от наработки колесных пар электровозов ЗЭС5К

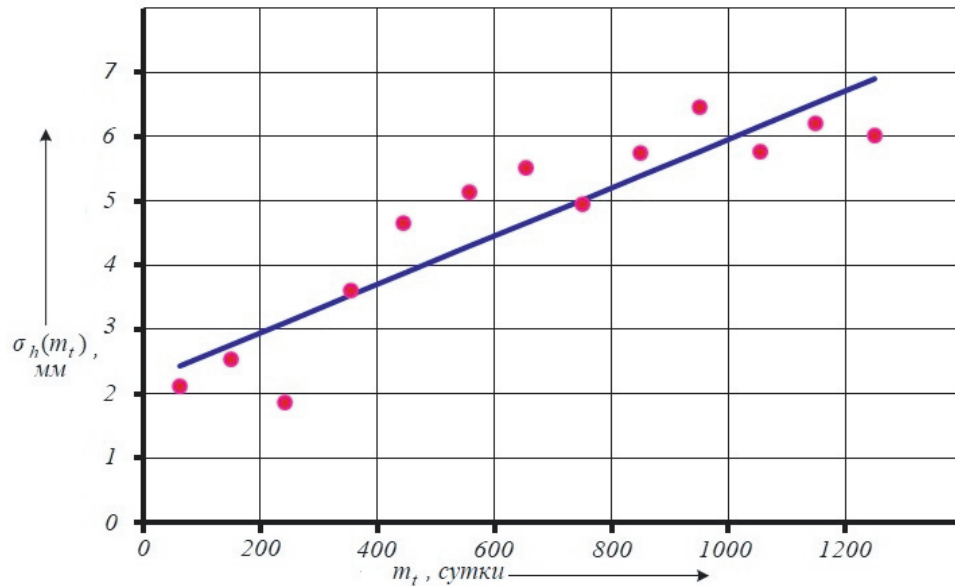


Рис. 9. Регрессия изменения среднеквадратических отклонений толщины бандажей от наработки колесных пар электровозов 3ЭС5К

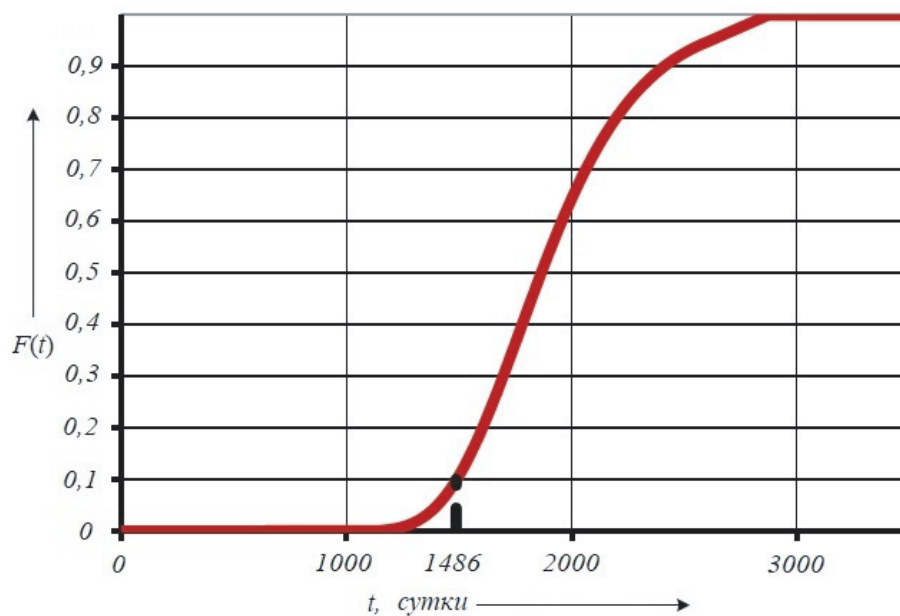


Рис. 10. Функция распределения ресурса бандажей колесных пар электровозов 3ЭС5К

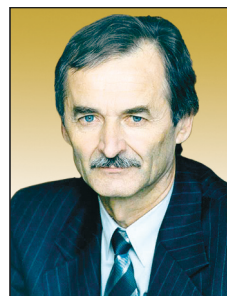
Литература

1. Воробьев, А.А. Оценка ресурса оборудования ТПС / А.А. Воробьев, А.В. Скребков. —Текст: непосредственный // Мир транспорта . —2012. —Т.10, №5(43). —С. 38–41.
2. Горский, А.В. Рационализация системы ремонта ТПС / А.В. Горский, А.А. Воробьев, А.В. Скребков. —Текст: непосредственный // Мир транспорта. —2011. —Т.9, №5 (38). —С. 64–68.
3. Кремер, Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для вузов / Н.Ш. Кремер. —2-е изд., перераб. и доп. —Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. —573 с. —ISBN 5-238-00573-3. —Текст: непосредственный.
4. Анализ процесса изнашивания и определение ресурса узлов электроподвижного состава: Учебное пособие по дисциплине «Эксплуатация и ремонт ЭПС» для студентов курса специальности «Электр. трансп. желез. дорог» / А.В. Горский, А.А. Воробьев, Д.И. Бодриков, В.П. Смирнов; М-во путей сообщ. Рос. Федерации. Моск. гос. ун-т путей сообщ. (МИИТ). Каф. электр. тяги. —Москва: Моск. гос. ун-т путей сообщ. (МИИТ), 2001. —35 с. —Текст: непосредственный.
5. Кольцов, Ю.А. Методика для оценки и определения ресурса оборудования локомотивов по замерам контролируемых параметров / Ю.А. Кольцов, А.А. Воробьев, Д.И. Бодриков, В.П. Смирнов. —Текст: непосредственный // Наука и техника транспорта. —2021. —№3. —С. 26–31.

МОДЕЛЬ АДАПТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ В ТРАНСПОРТНОМ УЗЛЕ

В статье формулируется новый вариант системного подхода, когда важным свойством системы является ее адаптивность. Построена модель адаптивной технологии для конкретного транспортного узла, приведены расчеты, доказывающие преимущество предлагаемой технологии.

Ключевые слова: транспортный узел, система, адаптивность, технология, устойчивость



П.А. Козлов



С.П. Вакуленко

Исследованию транспортных узлов и технологии расчета посвящено много публикаций [1–4] и нормативных документов [5;6].

Опыт исследований показывает, что работа транспортных узлов эффективна, когда они строятся как грамотно организованные системы. «Система» — это, по сути, природная форма построения организованной материи, обеспечивающей ей устойчивое функционирование в изменчивой среде. Важным свойством систем является наличие активного самоподдержания. Оно является результатом адаптивной, гибкой технологии. Последняя обеспечивает устойчивость системы без больших резервов (рис. 1).

Адаптивность создает так называемые динамические резервы, которые заменяют резервы статические, фактические [7]. То есть устойчивость транспортной системы обеспечивается, в основном, за счет управляемой технологии.

Формирование модели

Реализацию адаптивной технологии рассмотрим на примере узла Усть-Луга (рис. 2).

Узел включает сортировочную станцию и шесть припортовых. При развитии узла терминальные станции становятся многофункциональными. То есть возникает дополнительная работа по подформированию

Козлов Пётр Алексеевич, доктор технических наук, профессор, лауреат Государственной премии РФ, президент научно-производственного холдинга «СТРАТЕГ» (Современные транспортные технологии государства). Область научных интересов: транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте, управление процессами перевозок, системный анализ, управление и обработка информации. Автор более 400 научных работ, в том числе двух монографий.

Вакуленко Сергей Петрович, кандидат технических наук, профессор, директор Института управления и цифровых технологий Российского университета транспорта (ИУЦТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: пропускные и перерабатывающие способности линий и станций, управление вагонными парками, логистика грузовых и пассажирских перевозок, мультимодальные перевозки, транспортные коридоры, техническое оснащение и технология работы станций (всех типов). Автор более 300 научных работ.

Козлова Валерия Петровна, доктор экономических наук, профессор кафедры «Системы управления транспортной инфраструктурой» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: риски при развитии транспортной инфраструктуры, оптимизация транспортных систем. Автор 38 научных работ, в том числе двух монографий.

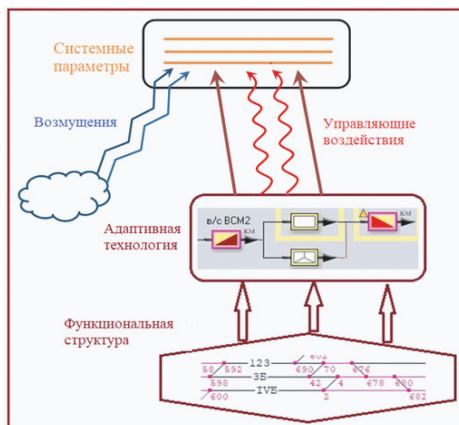


Рис. 1. Схема построения системы

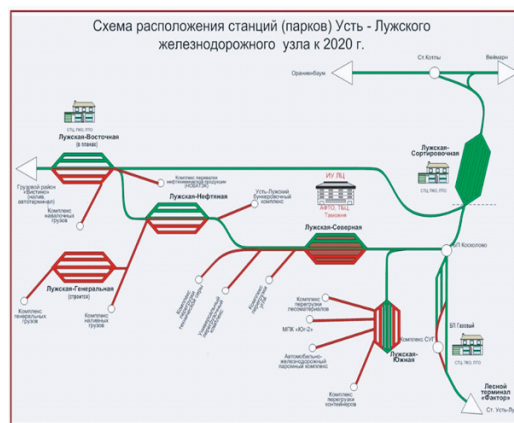


Рис. 2. Схема узла Усть-Луга

передач по отдельным причалам. Эта работа может выполняться либо на сортировочной станции (формированием многогруппных передач), либо на терминальных (когда прибывают передачи одногруппные). На припортовых станциях эта работа менее затратная, но требует значительно больше времени.

Таким образом возникают два варианта работы модели адаптивного взаимодействия (рис. 3):

- первый, работа по подформированию выполняется непосредственно на сортировочной станции (вариант дороже, но доставка груза значительно быстрее);
- второй, подформирование выполняется на терминальной станции (вариант дешевле, но время доставки значительно больше).

Если нет опасности задержки судна, то выбирается второй вариант, как наиболее дешевый, в противном случае выбирается первый вариант.

Программная реализация и эксперименты

Построена модель адаптивной технологии и осуществлена ее программная реализация. Эксперименты проводились в двух вариантах — при жесткой установленной технологии, когда распределение работы между станциями однозначно фиксируется и при адаптивной, управляемой в зависимости от возникающей ситуации. Суда подходят неравномерно, вагоны с грузами на сортировочную станцию тоже прибывают неритмично.

Эксперименты показали, что во всех случаях гибкая технология эффективнее одновариантной, жесткой. Количественные показатели, естественно, варьируются. Ниже приведены результаты одного эксперимента при заданных ритмах подхода судов и прибытия грузов. Прибытие с обеих сторон задавалось с помощью случайных чисел на основании статистики.

На рис. 4–7 приведены исполненные графики работы станций в двух вариантах.

Жесткая технология

Как можно увидеть, задержки судов весьма значительные.

Гибкая технология

В нужной ситуации сортировочная станция берет на себя часть работы по дополнительному подформированию. Задержки судов значительно уменьшаются.

Суммарные результаты

Объемы переработки потоков по станциям приведены в табл. 1, 2.

Графически это выглядит следующим образом (рис. 8).

Суммарные задержки судов по терминальным станциям выглядят так (рис. 9).

Задержки, естественно, разные. В основном они связаны с объемом выполняемой работы.

Таким образом гибкая, адаптивная технология при неравномерных потоках и изменяющихся ситуациях эффективнее жесткой. 

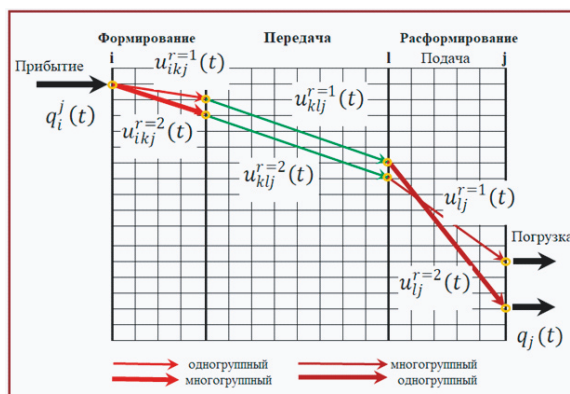


Рис. 3. Схема модели адаптивного взаимодействия (толстыми линиями обозначена работа по подформированию)

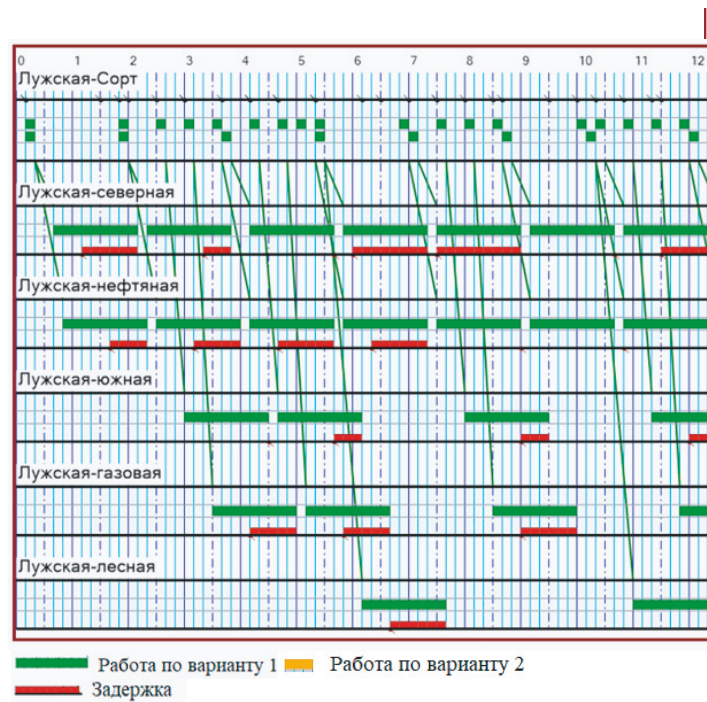


Рис. 4. График работы станций по жесткому варианту

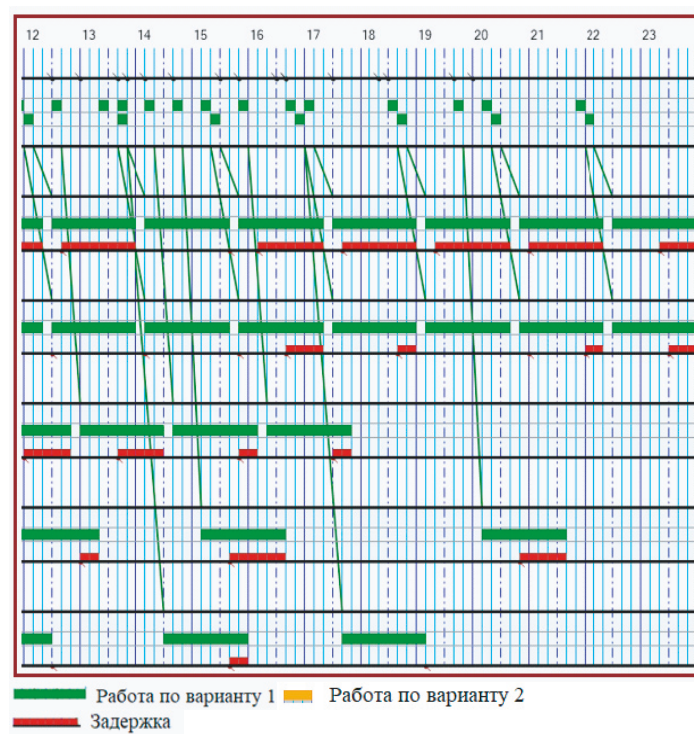


Рис. 5. График работы станций по жесткому варианту (продолжение)

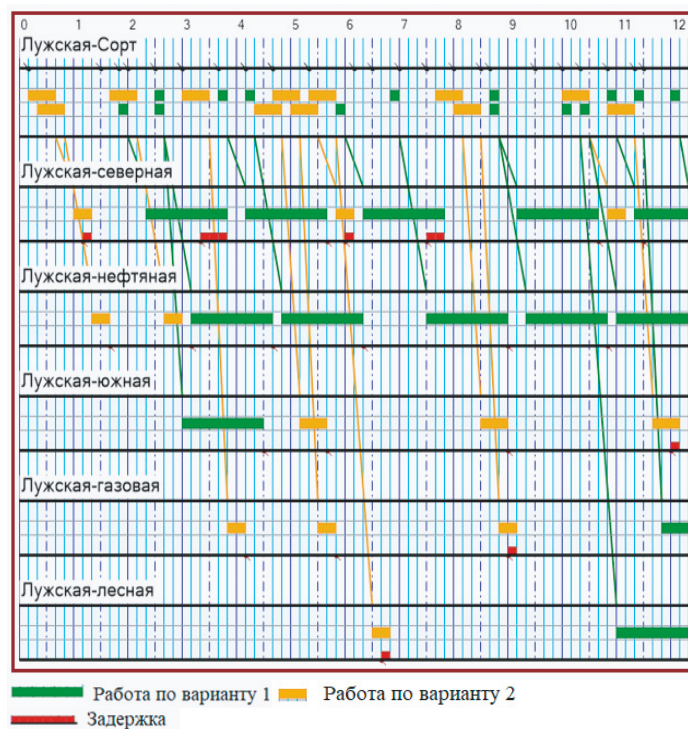


Рис. 6. График работы станций по гибкому варианту

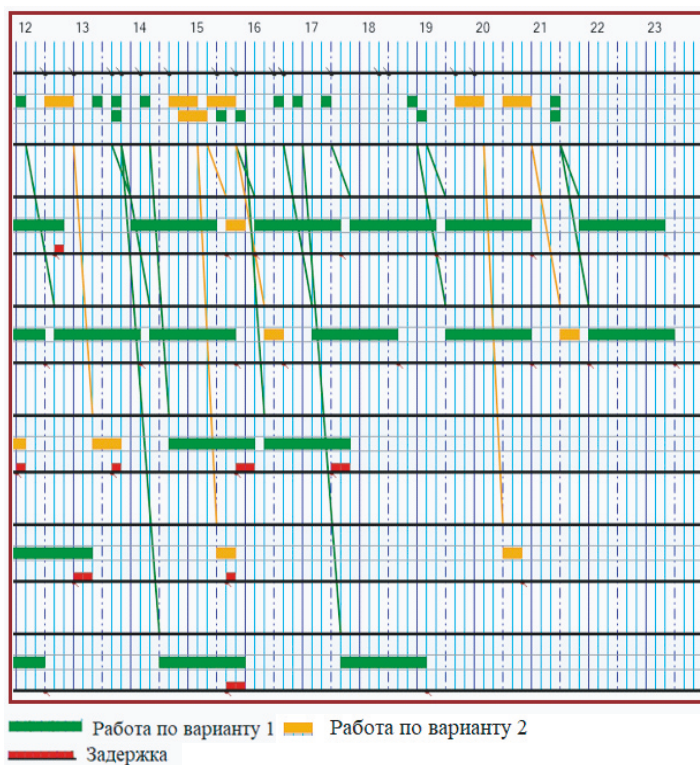


Рис. 7. График работы по гибкому варианту (продолжение)

Таблица 1

Объемы переработки потоков по жесткому варианту

	1	2	3	4
1	станция	по варианту 1	по варианту 2	сумм. задержка (ч)
2	Лужская-Сорт	3150	0	
3	Лужская-нефтяная	980	0	373,3
4	Лужская-северная	980	0	863,3
5	Лужская-южная	490	0	233,3
6	Лужская-газовая	420	0	338,3
7	Лужская-лесная	280	0	93,3

Таблица 2

Объемы переработки потоков по гибкому варианту

	1	2	3	4
1	станция	по варианту 1	по варианту 2	сумм. задержка (ч)
2	Лужская-Сорт	1890	1260	
3	Лужская-нефтяная	700	280	0
4	Лужская-северная	700	280	93,3
5	Лужская-южная	210	280	70
6	Лужская-газовая	70	350	46,7
7	Лужская-лесная	210	70	35

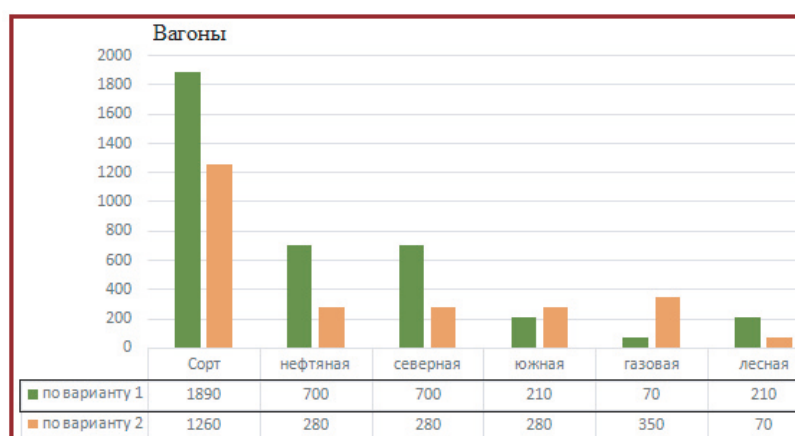


Рис. 8. Переработанные вагонопотоки по разным технологиям



Рис. 9. Суммарные задержки судов по станциям

Литература

1. Станции и узлы учебник для студентов трансп. вузов / В.Н. Образцов, В.Д. Никитин, Ф.И. Шаульский, С.П. Бузанов; Под общ. ред. акад. В. Н. Образцова. — Москва: изд. и 1-я тип. Трансжелдориздата, 1949. — 540 с. — Текст: непосредственный.
2. Бартенев, П.В. Железнодорожные станции и узлы учебник для вузов ж.-д. транспорта / Проф. П.В. Бартенев, д-р техн. наук. — Москва: Трансжелдориздат, 1953. — 504 с. — Текст: непосредственный.
3. Проектирование инфраструктуры железнодорожного транспорта (станции, железнодорожные и транспортные узлы): учебное пособие для студентов вузов железнодорожного транспорта / Н.В. Правдин [и др.]; Под ред. Н.В. Правдина и С.П. Вакуленко. — Москва: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2012. — 1085 с. — ISBN 978-5 -89035 -619 -2. — Текст: непосредственный.
4. Козлов, П.А. Макромоделирование железнодорожных станций и узлов / П.А. Козлов, Н.А. Тушин, И.Г. Слободянюк. — Текст: электронный // Наука и техника транспорта. — 2015. — №2. — С. 82–88. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23582348> (дата обращения: 12.10.2021). Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.
5. Проектирование железнодорожных станций и узлов: справ. и метод. руководство / Э.В. Бакумов, Е.П. Бакумова, К.Г. Гусева и др.; Под ред. А.М. Козлова и К.Г. Гусевой. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Транспорт, 1981. — 591 с. — Текст: непосредственный.
6. Инструкция по расчету наличной пропускной способности железных дорог (утв. ОАО «РЖД» 16.11.2010 г. №128). — Москва, 2010. — 275 с. — Текст: непосредственный.
7. Козлов, П.А. Теоретические основы, организационные формы, методы оптимизации гибкой технологии транспортного обслуживания заводов черной металлургии: специальность 05.22.12: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Козлов Пётр Алексеевич; МИИТ. — Липецк, 1986. — 390 с. — Текст: непосредственный.

ПРИМЕНЕНИЕ ПАРОАККУМУЛЯТОРНЫХ ЛОКОМОТИВОВ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Рассмотрены проблемы создания экономичного и экологически чистого пароаккумуляторного локомотива для промышленного железнодорожного транспорта. В сравнении с тепловозами этот локомотив позволяет отказаться от дизельных двигателей, снизить затраты на ремонт и обслуживание. Данный локомотив можно использовать в запыленных и загрязненных условиях без снижения ресурса и на предприятиях, требующих взрывозащиты и пожарной безопасности.

Ключевые слова: паровой аккумуляторный локомотив, промышленный транспорт, конструкция, тяговые и теплотехнические характеристики



В.Н. Балабин



А.Ю. Сербулов

В последнее время на многих дискуссионных площадках, включая Международный салон железнодорожной техники и технологий «ЭКСПО 1520» в Щербинке, Международную конференцию «Рынок транспортных услуг: взаимодействие и партнерство», Форум «Транспорт России» активно обсуждались проблемы промышленного транспорта, осуществляющего перевозки, превышающие в 2,5 раза, перевозки, осуществляемые ОАО «РЖД».

Общие характеристики перспективного локомотива

Перед локомотивным хозяйством промышленных предприятий стоят такие ключевые задачи, как обеспечение перевозочного процесса необходимым количеством исправной техники с минимальными эксплуатационными затратами. Сегодня нужны маневровые

локомотивы простой конструкции и повышенным ресурсом, соответствующие экологическим требованиям (поскольку большинство предприятий находятся в черте населенных пунктов), пригодные для использования в кривых малого радиуса, способные работать с переменными скоростями и нагрузками.

Рынок предлагает маневровые тепловозы большой, средней и малой мощности еще советских времен. Единичные опытные машины ощутимого результата не дают и в серию не поступают.

С целью снижения расходов на маневровую работу на подъездных путях необщего пользования (нефтеперерабатывающие заводы, заводы химической промышленности, металлургические, горно-обогатительные и деревообрабатывающие комбинаты, тепловые электростанции и т.д.), разработана версия пароаккумуляторного локомотива (ПАЛ) с силой тяги в 90 кН (9 тс).

Балабин Валентин Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Электропоезда и локомотивы» Института транспортной техники и систем управления Российского университета транспорта (ИТТСУ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: новые локомотивы, альтернативные двигатели, безопасность эксплуатации. Автор 60 научных работ.

Сербулов Алексей Юрьевич, главный конструктор фирмы ООО «Белспецлесмаш». Область научных интересов: энергобаланс промышленных предприятий, промышленный транспорт, эффективность транспортных цехов.

Данная машина не нуждается в топливе, а использует технологический пар, получаемый от стационарных котлов предприятий и аккумулируемый в резервуаре высокого давления с теплоизоляцией.

ПАЛ-9П создан на базе распространенной ранее модели танк-паровоза 9П. Без изменений использованы экипажная часть и паровая машина. Котел с топкой заменены котлом-паронакопителем, представляющим собой закрытый цилиндрический резервуар с высокой степенью термоизоляции.

Общий вид локомотива ПАЛ-9П представлен на рис. 1.

Вариант тендерного локомотива ПАЛт-9П с удвоенным запасом рабочего пара показан на рис. 2.

Для бестопочных паровозов почти не требуется обслуживание и ремонт котла, а локомотив обслуживается одним машинистом.

Основным недостатком бестопочных паровозов являлся ограниченный радиус действия.

Конструкционные особенности

Рама

На локомотиве применена продольно-сварная листовая коробчатая рама, внутренний объем служит для размещения элементов подвески. Масса основных элементов: рама — 6,5 т, ведущая колесная пара

— 2,74 т, цилиндр — 1,065 т, движущий механизм — 1 т, будка, площадка, изоляция, автосцепки — 2 т.

Экипаж

Колеса стальные бандажированные, колесные центры с противовесами, буксы со сферическими роликоподшипниками FAG 23952.MB. Применены нерегулируемые рессоры с параметрами: длина — 1000 мм, сечение — 100×13 мм, число листов — 12, четыре верхних листа одной длины. Использовано трехточечное подвешивание (один поперечный баланси́р и два продольных), рессоры над буксами, прогиб рессор под рабочей нагрузкой — 39,5 мм. Масса рессоры — 100,1 кг, количество — 6 шт.

Тормоза

Ручной рычажный (передаточное число 1107) и однокамерный воздушный тормоз, усилие нажатия на колодку 4370 кг при давлении 3,8 кгс/см². Рычажная передача цилиндр — колодка (1,725:1)×(2,34×1). Цилиндр тормозной 503 Б — 2 шт. (диаметр поршня 330 мм). Габаритные размеры не более: 398×384×402 мм. Масса не более 75 кг, максимальный ход поршня 150 мм.

Котел-аккумулятор

Цилиндрическая обечайка с двумя приваренными штампованными днищами. Длина аккумулятора — 7100 мм, внутренний диаметр — 2000 мм, толщина

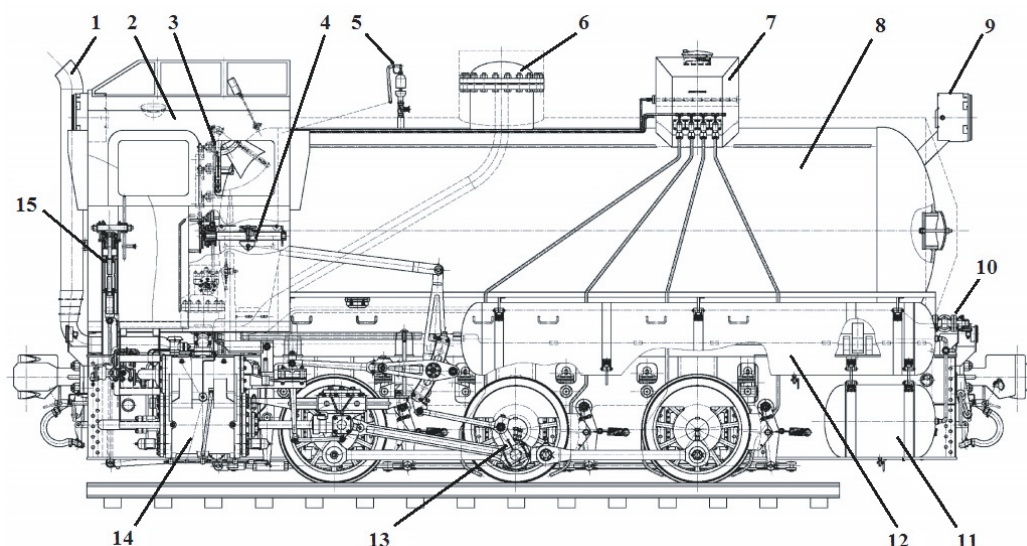


Рис. 1. Общий вид локомотива ПАЛ-9П: 1 — паровыпускная труба; 2 — будка; 3 — регулятор; 4 — привод реверса; 5 — паровой свисток; 6 — сухопарник; 7 — песочница; 8 — котел-пароаккумулятор; 9 — прожектор; 10 — экипажировочный патрубок; 11 — запасной резервуар; 12 — главный резервуар; 13 — движущий механизм; 14 — паровой цилиндр; 15 — ручной тормоз

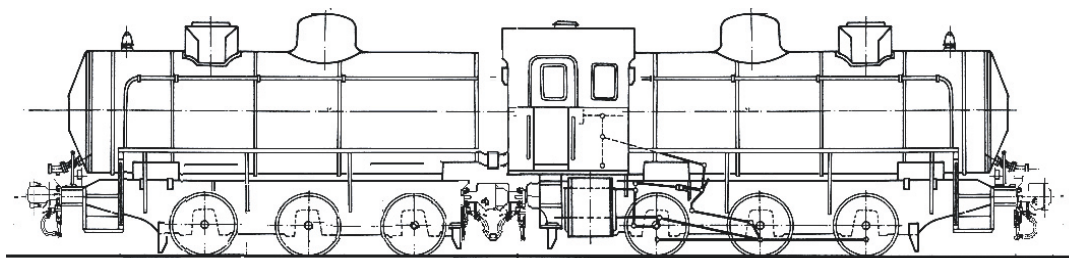


Рис. 2. Вариант тендерного локомотива ПАПт-9П

Технические характеристики

Локомотив соответствует типу 5 ГОСТ 22339-88 габарита 1-ВМ, 02-ВМ по ГОСТ 9238-2013.

Колея, мм	1524
Объем котла, м ³	21,0
Объем воды, м ³	18,5
Масса без воды, т	38 т
Давление пара, МПа (кгс/см ²)	2 (20)
Масса в рабочем состоянии, т	56,5
Сила тяги рабочая, кН	90
Сила тяги при трогании с места, кН	125
Сила тяги минимальная, кН	83
Максимальная скорость, км/ч	30
Максимальная масса состава на прямой при скорости 15 км/ч и силе тяги 83 кН, т	3200
Максимальная масса состава на прямой при скорости 30 км/ч и силе тяги 83 кН, т	3000
Длина по осям автосцепок, мм	9820
Расстояние между осями колесных пар, мм	1800
Общая база, мм	3600
Диаметр колес, мм	1050
Минимальный радиус кривой, м	40

стенки — 20 мм, материал — Ст. 10Г2С1. Полная масса — 9,36 т. Объем — 21 м³. Изоляция выполнена из стекловатно-минеральной ваты. Парозарядная труба Ду 50, соединение с парозарядной колонкой — по DIN 11851.

Дополнительное оборудование

Главный резервуар вместимостью 4300 л, запасной резервуар вместимостью 38 л, паровой свисток, маслоснабжение, подвагонный электрогенератор ЭГВ.01.2У1 50В, 10 кВт (зарядное напряжение при скорости выше 9 км/ч), электроразъем, аккумулятор 50 В, 400 А·ч, электродвигатель ПНЖ — 132 110 В 10 кВт (50 В, 2,5 кВт) — 2 шт, компрессор: давление 8 кгс/см², производительность 340 л/мин — 2 шт, паровой эжектор, обратный клапан и главная задвижка.

Органы управления

Водоуказательные стекла, манометр давления пара в котле (до 20 кгс/см²), регулятор подачи пара в цилиндры, рукоятка и привод продувочных клапанов цилиндров, КМ-усл.№294, КВТ-4вк (или усл.№ 254), привод регулятора, реверс с приводом, штурвал стояночного тормоза, скоростемер.

Рабочий процесс применения пара

Держать пар, как рабочее тело, в емкости под высоким давлением неэффективно, так как при тех давлениях, при которых функционирует котел, пар будет занимать много места. Целесообразно использовать метод раздельного хранения пара и воды при темпе-

ратуре насыщения. В этом случае в воде аккумулируется энергия, которая при необходимости расходуется на частичное превращение воды в пар. Это явление именуется мгновенным вскипанием, или испарением воды.

Перед работой котел-резервуар на 60–80 % заполняют горячей водой, а потом через отдельный экипировочный патрубок подают пар в котел давлением 2 МПа (20 кгс/см²) из стационарной котельной установки. Конденсируясь, пар нагревает воду. Процесс завершится, когда вода достигнет температуры насыщенного пара, а давление в пароаккумуляторе достигнет давления заряжающего пара. Если теперь из пароаккумулятора отобрать часть пара (из сухопарника с помощью пароразрядной трубы) в паровую машину, то давление в пароаккумуляторе упадет, вода окажется перегретой, закипит и отдаст следующую порцию пара (до выравнивания давления в пароаккумуляторе с давлением насыщения при данной температуре воды). Т.е., по мере снижения давления с 20 кгс/см² до минимального рабочего вода в котле за счет скрытой теплоты парообразования превращается в пар в течение 6–12 ч в зависимости от нагрузки и режимов эксплуатации.

Для работы локомотива необходимы парозарядные колонки, паропроводы, питательные насосы и арматура в количестве, определяемом проектом для конкретных эксплуатационных условиях.

На полную зарядку котла затрачивается 20–30 мин, а на подготовку холодного локомотива — 1,2–1,3 ч.

Тягово-теплотехнические особенности эксплуатации

Исходя из объема воды в пароаккумуляторе 18,5 м³, зарядного давления 2 МПа (20 кгс/см²), минимального разрядного давления 0,3 МПа (3 кгс/см²), по диаграмме НУТТЕ имеем пароемкость 120 кг пара на 1 м³ воды. Общее количество отдаваемого на работу пара составит 120×18,5=2220 кг. Исходя из данных расхода пара пароаккумуляторными локомотивами 0,37 кг/т·км получим выполненную работу на одной парозарядке 2220/0,37=6000 т·км.

Следует отметить такую особенность пароаккумуляторного локомотива, как отсутствие ограничения по котлу, т.е. отсутствие гиперболической ветви тяговой характеристики (сила тяги не падает с увеличением скорости). К примеру, у традиционного паровоза ограничение по котлу наступает при скорости от 15 до 25 км/ч, у тепловозов — от 5 до 25 км/ч).

Расчет количества локомотивов ПАЛ-9П для предприятия

Расчет выполняем из условия осуществления необходимой маневровой работы. В качестве единого энер-

гоносителя по транспортно-энергетическому узлу (ТЭУ) принимается пар. Локомотивы ПАЛ-9П заряжаются паром давлением до 20 кгс/см² и осуществляют маневровую работу до падения давления в пароаккумуляторе до 3–4 кгс/см². После зарядки цикл повторяется. Расчетное время работы машины на одной зарядке — 12 ч. Время зарядки — 15–20 мин из горячего состояния. Принимая зарядное давление машины в 16 кгс/см², имеем теплосодержание 1 кг насыщенного пара 668,1 кал. Полезно истраченный на маневровую работу в сутки объем пара V_z составит:

$$V_z = \frac{Q_z}{668,1} = \frac{2\,400\,000}{668,1} = 3592,3 \text{ кг,}$$

где $Q_z = 2400000$ кал — истраченное тепло при реальном суточном КПД маневровой работы в 10%.

Так как КПД локомотива ПАЛ-9П составляет 12% (с учетом использования пара котлов предприятия), то полный суточный расход пара на машины составит:

$$V_{\text{зсут}} = \frac{V_z}{0,12} = \frac{3592,3}{0,12} = 29936 \text{ кг.}$$

Один локомотив потребляет в сутки (при двух зарядках) 5000 кг пара. Тогда необходимое для совершения маневровой работы количество машин составит:

$$Z = \frac{V_{\text{зсут}}}{5000} = \frac{29936}{5000} = 6 \text{ шт.}$$

При расходе пара 0,37 кг/т·км маневровой работы общая суточная маневровая работа составит:

$$N_{\text{зсут}} = \frac{V_{\text{зсут}}}{0,37} = \frac{29936}{0,37} = 80\,908.$$

Технико-экономические сравнения

Максимальная выгода пароаккумуляторного локомотива там, где присутствуют необходимые в производстве «тепловые отбросы», т.е. тепло, которое можно превратить в пар или технологически готовый пар. Кроме этого, несомненна выгода от его применения там, где производится продукт с низкой добавленной стоимостью и каждый сэкономленный рубль здесь играет значительную роль в себестоимости. Следует также упомянуть предприятия, где сам продукт является источником энергии и который можно применить для движения локомотива, что принесет дополнительную прибыль предприятию. Это, в первую очередь, коксохимическое и металлургическое производство, нефтеперегонные заводы, где стоимость продажи сэкономленного дизельного топлива сразу даст экономический эффект. Также необходимо учитывать полную пожаробезопасность локомотива, что важно для нефтехимических и газодобывающих предприятий.

Промышленные локомотивы обычно работают только около 10–30% рабочего времени. Современный паровой аккумулятор с хорошей изоляцией может сохранять давление в течение многих часов, что значительно снижает эксплуатационные расходы по сравнению с тепловозами, дизель которых работает на холостом ходу.

Пароаккумуляторные локомотивы полностью безопасны в эксплуатации, взрыв котла полностью исключен, так как, если заканчивается достаточное количество пара и воды, он просто перестает двигаться, хотя изначально необходимо соблюдать все меры предосторожности, как и с любым другим сосудом высокого давления и теплоносителем высоких параметров — температуры и давления. Однако эти локомотивы могут обслуживаться менее квалифицированным персоналом, не требующим полной квалификации машиниста паровоза.

С целью проверки принятых конструкторских решений была изготовлена модель локомотива (полностью по прочерченным деталям) в масштабе 1:10. Завершена разработка конструкторской документации.

Проведенные сравнительные оценки локомотивов ПАЛ-9П и ТЭМ2 выявили реальную экономию по дизельному топливу в среднем 0,75–1,0 т/сут на

один тепловоз. По тяговым свойствам ПАЛ-9П эквивалентен тепловозам ТГМ23, ТГМ40, ТГМ4. Только за счет экономии дизельного топлива срок окупаемости ПАЛ-9П составляет 12–15 мес. Срок эксплуатации машины составляет 50–60 лет. «Жизненный цикл» ПАЛ-9П в семь раз дешевле «жизненного цикла» тепловоза ТГМ4 и в двенадцать раз тепловоза ЧМЭЗ.

Выводы

В результате применения ПАЛ-9П возможно достижение следующих положительных результатов:

1. В сравнении с тепловозами, работающими на дизельном топливе, ПАЛ-9П позволяет сэкономить дизельное топливо в количестве 0,75–1,0 т/сут на одну машину.
2. Снижение затрат на ремонт составляет на 90% по сравнению с тепловозом.
3. Снижение затрат на обслуживающий персонал (машина обслуживается одним машинистом без помощника).
4. Возможность использования в запыленных и загрязненных условиях без снижения ресурса.
5. Возможность использования на предприятиях, на которых требуется взрыво- и пожаробезопасность;
6. Экологичность (выхлоп — только водяной пар). 

Литература

1. ТР ТС 001 / 2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности железнодорожного подвижного состава» (с изменениями на 9 декабря 2011 года) / Комиссия Таможенного союза, Москва, 2011. — Текст: непосредственный.
2. Проблемы энергетики в промышленности // Сборник статей под ред. проф. В.В. Дмитриева. — Государственное издательство РСФСР. — Москва. — Ленинград, 1927. — 172 с. — Текст: непосредственный.
3. Гартман, Э. Паровоз без топки / Э. Гартман. — Текст: непосредственный // Техника — молодежи. — 1940. — № 10. — С. 65.
4. Раков, В.А. Локомотивы отечественных железных дорог, 1845-1955 / В.А. Раков. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Транспорт, 1995. — С. 522–523. — Текст: непосредственный.
5. Röhl, Freiherr von: Enzyklopädie des Eisenbahnwesens, Band 5. Berlin, Wien 1914.
6. Virtual Stockbook-Glossary. Fireless Locomotives .
7. Karl Pokschewinski: Feuerlose Lokomotiven. Geschichte, Funktion und Einsatz der Dampfspeicherloks, Lokrundschau-Verlag, 2000.
8. Сайт. — URL: <https://integral-russia.ru/2018/04/11/18578/> (дата обращения: 01.03.2022). — Текст: электронный.
9. Сайт. — URL: https://pikabu.ru/story/bestopochnyiy_parovoz_5866967 (дата обращения: 01.03.2022). — Текст: электронный.
10. Сайт. — URL: https://wiki2.org/ru/%D0%91%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B7 (дата обращения 01.03.2022). — Текст: электронный.

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО БЕСКОНТАКТНОГО ВЫЯВЛЕНИЯ ПЕРЕГРЕВА БУКС ПОДВИЖНОГО СОСТАВА МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА



Г.И. Костинский



К.Л. Шляховский

Рассмотрены преимущества новых систем автоматического бесконтактного выявления перегрева букс подвижного состава Московского метрополитена. Показана реализация системы на объекте Московского метрополитена.

Ключевые слова: транспортная система, метрополитен, бесконтактные системы, перегрев букс, ПОНАБ

Для улучшения качества работы Московского метрополитена первостепенное значение имеет обеспечение безопасности движения поездов, повышение пропускной способности участков, а также эффективное использование применяемых технических средств [1]. Вопросам безопасности движения и повышения пропускной способности Московского метрополитена посвящено множество работ отечественных и зарубежных авторов [2–5]. В работе [2] предлагается алгоритм централизованного управления движением поездов метрополитена, который отвечает на изменения регулирующих ограничений, вызванные возмущениями в системе. Принципы построения и структура

централизованной интеллектуальной системы автоматического управления движением поездов городского транспорта разработаны и обоснованы в работе [3]. Технологические особенности автоматизированного построения графика движения поездов по Кольцевой линии Московского метрополитена сформулированы в работе [4].

Процессу автоматического контроля технического состояния поездов в процессе движения на Московском метрополитене (а именно определению температуры нагрева ходовых частей поездов) уделяется большое внимание, поскольку некачественная и несвоевременная диагностика перегрева нагретых

Костинский Григорий Игоревич, и.о. начальника дистанции ДЦ и ПОНАБ Службы сигнализации, централизации и блокировки, Дирекция инфраструктуры, ГУП «Московский метрополитен». Область научных интересов: управление в технических системах и системы обеспечения движения поездов.

Шляховский Константин Леонидович, старший электромеханик дистанции ДЦ и ПОНАБ Службы сигнализации, централизации и блокировки, Дирекция инфраструктуры, ГУП «Московский метрополитен». Область научных интересов: управление в технических системах и системы обеспечения движения поездов.

Новиков Вячеслав Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» Института транспортной техники и систем управления Российского университета транспорта (ИТТСУ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: управление в технических системах и системы обеспечения движения поездов. Автор 28 научных работ, в том числе двух учебников. Имеет три патента на изобретения.

Логина Людмила Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление и защита информации» Института транспортной техники и систем управления Российского университета транспорта (ИТТСУ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: теория автоматического управления, управление и планирование движения поездов, оценка качества управления движением поездов, обучение оперативных работников транспортных систем. Автор 35 научных работ.

букс может иметь последствия катастрофического характера.

В нормальном режиме количество выделяемого буксой тепла равно количеству тепла, рассеиваемого элементами буксы и колесной пары в окружающее пространство. Нормальный режим работы наступает примерно через 40 км после выхода поезда на линию.

Значение температуры буксы зависит от скорости и ускорения движения поезда, температуры воздуха, массы поезда и других факторов.

Системы автоматического бесконтактного выявления перегрева букс подвижного состава Московского метрополитена (далее — ПОНАБ) выявляют буксы, температура которых превышает температуру окружающей среды на 35°C; таким образом в 70% случаев они обеспечивают выявление перегретых букс с температурой выше 100°C и в 80% случаев выявляют перегрев букс с температурой выше 140°C.

В Московском метрополитене строятся и модернизируются ряд новых линий, что приводит к необходимости обеспечения высокого уровня безопасности движения. Повышение безопасности движения достигается путем модернизации разработки новых методов контроля подвижного состава в процессе его движения по участкам безостановочного следования, а также в использовании микропроцессорных комплексов. В связи с этим проводится разработка и внедрение аппаратуры контроля буксовых узлов, колесных пар, волочащихся деталей и др.

Аппаратура контроля и диагностики представляет собой стационарный комплекс микропроцессорных устройств, размещаемый вдоль участка движения поезда, обеспечивающий заблаговременную выдачу дежурному по блок-посту и дежурному по станции, а также локомотивной бригаде информации о наличии и расположении в поезде вагонов с неисправными элементами.

В настоящее время на Московском метрополитене успешно применяются различные типы аппаратуры контроля отдельных узлов подвижного состава, а также комплексного контроля подвижного состава с централизованным сбором и обработкой информации о состоянии контролируемого объекта.

Один из первых образцов аппаратуры бесконтактного выявления перегрева букс подвижного состава был создан Уральским отделением ЦНИИ МПС. В Московском метрополитене системы автоматического бесконтактного выявления перегрева букс подвижного состава принято называть устройствами ПОНАБ, что расшифровывается, как приборы обнаружения нагретых букс. С 1969 г. начат выпуск и внедрение на железных дорогах первой отечествен-

ной модели аппаратуры контроля букс ПОНАБ-2, разработанной под руководством П.С. Шайдурова и В.И. Самодурова [6]. Опыт эксплуатации этой аппаратуры в различных условиях позволил более полно сформулировать требования к устройствам ПОНАБ для российских железных дорог и метрополитенов, и разработать более совершенную модель того времени — аппаратуру типа ПОНАБ-3. С 1972 г. начат выпуск и внедрение аппаратуры типа ПОНАБ-3.

В Московском метрополитене в настоящее время эксплуатируются три типа устройств ПОНАБ:

1. Приборы обнаружения нагретых букс, модернизированные, версия 3 (ПОНАБ-3).

2. Дистанционно-информационная система контроля букс (ДИСК-Б).

3. Комплекс технических средств многофункциональный (КТСМ) версий 02 и 03.

Аппаратура ПОНАБ-3 была установлена с 1981 по 1987 гг. — всего 10 комплектов. ДИСК-Б [7] начали устанавливать с 1997 по 2003 гг., сделали капитальный ремонт трех комплектов ПОНАБ-3 и заменили их на ДИСК-Б, а также дополнительно установили еще шесть комплектов аппаратуры ДИСК-Б. В итоге в настоящее время находится в эксплуатации семь комплектов аппаратуры ПОНАБ-3 и восемь комплектов аппаратуры ДИСК-Б, а на станции «Варшавская» на замену демонтированного оборудования ДИСК-Б подготовлен в установку комплект КТСМ-03.

Первый комплект КТСМ-02 [8–11] включен в опытную эксплуатацию в июне 2019 г. на станции «Прокшино», второй — в марте 2020 г. на станции «Окская», в 2021 г. два комплекта КТСМ-03 приняты в опытную эксплуатацию на станции «Народное ополчение».

Важными факторами по повышению безопасности движения являются:

1. Улучшенная выявляемость комплексом КТСМ-02 перегретых букс с температурой шеек осей выше 140–180°C, которая составляет 94–97%. В ДИСК-Б этот показатель равен 90%, а в аппаратуре ПОНАБ-3 — 85%.

2. Автоматизированное оперативное оповещение дежурного персонала службы СЦБ и движения об аварийных ситуациях.

Кроме того, применение КТСМ-02 позволит улучшить условия эксплуатации и обслуживания системы по причине:

1. Уменьшения операций по обслуживанию системы в три раза.

2. Улучшения условий труда за счет использования микропроцессорных автоматизированных рабочих мест АРМ.

3. Повышения безопасности персонала при эксплуатации и обслуживании компонентов и устройств системы.

4. Повышения удобства обслуживания системы вследствие применения самодиагностики оборудования.

Пропускная способность линий повысится за счет выявления предаварийных состояний букс и своевременной замены подвижного состава.

Показатели надежности работы устройств ПОНАБ улучшатся из-за применения новой микропроцессорной элементной базы и современных модернизированных средств диагностики.

Современной системой ПОНАБ является комплекс КТСМ-02 [9–11] – это микропроцессорная многофункциональная система автоматического контроля технического состояния железнодорожного подвижного состава.

КТСМ представляет собой комплекс аппаратно-программных средств индикации и контроля состояния подвижного состава, в состав которой входят:

1. Стационарное оборудование, устанавливаемое в помещениях дежурного поста централизации или дежурных по станции, которое включает в себя:

- рабочую станцию с прикладным программным обеспечением линейного пункта контроля (АРМ ЛПК) (рис. 1);
- коммутационный шкаф (рис. 2).

2. Постовое оборудование, устанавливаемое в помещении дежурного поста централизации.

3. Перегонное оборудование, которое устанавливается в специальных, определенных проектом точках в тоннеле.

4. Напольное оборудование, которое крепится с помощью гарнитурного крепления к элементам пути и устанавливается в непосредственной близости от рельса.

5. Кабельное хозяйство и муфты, предназначенные для осуществления обмена данными и сигналами между компонентами системы.

Передача информации от стационарного оборудования к центральному пункту контроля осуществляется по волоконно-оптической линии связи (ВОЛС), а все комплексы КТСМ включены в единую сеть с помощью ВОЛС.

Контроль перегрева букс также осуществляется централизованно, дежурным инженером службы СЦБ на АРМ всех комплексов, установленных в Московском метрополитене.

Конструктивно станционная стойка системы ПОНАБ состоит из:

- двух (левой и правой) напольных малогабаритных камер (далее – «НК», «камера»), устанавливаемых на гарнитурное крепление;
- блока управления напольными камерами (далее – БУНК);
- комплекта кабелей и соединительных муфт (рис. 3).

Блок управления напольными камерами устанавливается в стойке комплекса КТСМ (рис. 4) и подклю-

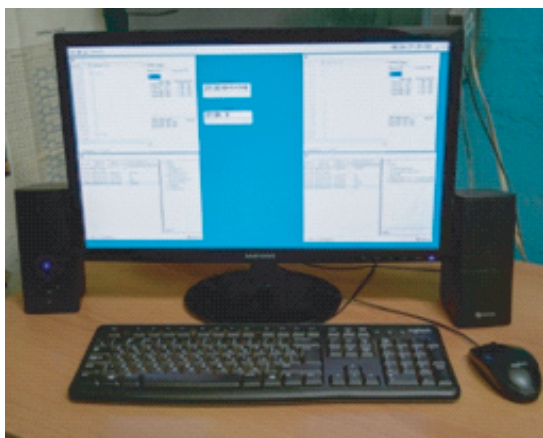


Рис. 1. Автоматизированное рабочее место линейного пункта контроля



Рис. 2. Коммутационный шкаф

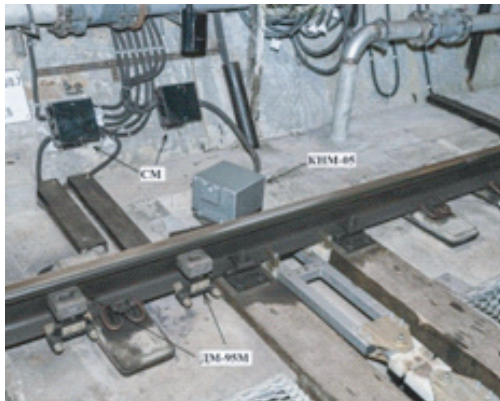


Рис. 3. Напольное оборудование КТСМ-02:
КНМ-05 – напольные камеры; ДМ-95Н – магнитные
датчики; СМ – соединительные муфты

чается к источнику бесперебойного питания (далее — ИБП) или к блокам БСК и ПК-05 базового блока интерфейсными соединительными кабелями.

Камеры подключаются к БУНК кабелями, коммутируемыми в соединительных коробках и устанавливаются на гарнитурном креплении.

В системе КТСМ-02 применяется дополнительное оборудование для технического обслуживания, к которому относится: калибратор, предназначенный для настройки коэффициента передачи тепловых сигналов; стенд, предназначенный для юстировки оптической оси болометра.

С 2021 года выпуск КТСМ-02 прекращен, и на смену ему пришла система нового поколения КТСМ-03, которая построена с применением новых технологий и микропроцессорных блоков, программных и конструктивных решений при сохранении совместимости с напольным оборудованием.

Обновление технических средств за счет замены морально и физически устаревшего оборудования ПОНАБ-3 и ДИСК-Б на оборудование, использующее современную микропроцессорную элементную базу КТСМ-02 и КТСМ-03, позволит:

- повысить удобство, оперативность и качество обслуживания системы;
- улучшить условия труда, производительность и надежность оборудования за счет использования микропроцессорных АРМ;
- улучшить условия труда персонала при эксплуатации и обслуживании компонентов и устройств системы.

В настоящее время в Московском метрополитене решается задача по замене устаревших устройств

контроля температуры нагрева буксовых узлов вагонов поездов.

Уже ведутся проектные работы по замене аппаратуры ПОНАБ-3 и ДИСК-Б на современные комплексы технических средств КТСМ-03 на станциях «Люблино», «Савеловская», «Партизанская», «Нагатинская», «Киевская», «Библиотека имени Ленина», «Курская».

В рамках реализации проектов по вышеуказанным станциям предусматривается полностью заменить напольное оборудование — установить современные малогабаритные камеры с микропроцессорным управлением. В качестве постового оборудования в аппаратных будет установлена аппаратура КТСМ-03, также планируется оснащение каждой аппаратной автоматизированным рабочим местом АРМ ЛПК. Физические линии связи будут заменены на линии ВОЛС, по которым будет осуществляться передача информации. Все комплексы КТСМ, установленные в метрополитене, с помощью ВОЛС будут включены в единую информационную сеть, что позволит получать, сохранять и выводить информацию о техниче-



Рис. 4. Станционная стойка КТСМ-02:
ПК-05 – блок базовый; БУНК – блок управления
напольными камерами; БСК-1 – блок силовой
и коммутационный;
ИБП – источник бесперебойного питания

ском состоянии всех проконтролированных поездов на монитор автоматизированного рабочего места центрального пункта контроля (АРМ ЦПК).

КТСМ обеспечивает возможность бесконтактного выявления предотказного (предаварийного) состояния подвижного состава, что позволит предупредить серьезные неисправности и повысить безопасность движения.

Выводы

В статье был рассмотрен ряд вопросов, касающихся структуры, конструкции, функционирования систем автоматического бесконтактного выявления перегрева букс подвижного состава Московского метрополитена, повышающих безопасность движения поездов и обеспечивающих повышение пропускной способности за счет выявления предаварийных состояний букс. В перспективе возможна модернизация данных систем. 

Литература

1. Правила технической эксплуатации метрополитенов Российской Федерации. — Москва: ЗАО Издательский центр ТА Инжиниринг, 2003. — 109 с. — Текст: непосредственный.
2. Metro train operation control algorithms with regulation restrictions adaptive to system state changes / L.A. Baranov, E.P. Balakina, L.N. Loginova, P. Vorobiev // 2014 11th International Conference on Electrical Engineering, Computing Science and Automatic Control, CCE 2014 : 11, Ciudad del Carmen, 29 сентября — 03 2014 года. — Ciudad del Carmen, 2014. — P. 6978283. — DOI 10.1109/ICEEE.2014.6978283.
3. Интеллектуальное централизованное управление движением внеуличного городского железнодорожного транспорта в условиях интенсивного движения / Л.А. Баранов, В.Г. Сидоренко, Е.П. Балакина, Л.Н. Логинова. — Текст: непосредственный // Надежность. — 2021. — Т. 21, №2. — С. 17–23. — DOI 10.21683/1729-2646-2021-21-2-17-23.
4. Сафронов, А.И. Особенности планирования безопасного перевозочного процесса на Московском метрополитене при учёте специфики работы электродепо «Красная Пресня» Кольцевой линии / А.И. Сафронов. — Текст : непосредственный // Проблемы управления безопасностью сложных систем: Материалы XXVIII международной конференции, Москва, 16 декабря 2020 года / Под общей редакцией А.О. Калашникова, В.В. Кульбы. — Москва: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2020. — С. 308–314. — DOI 10.25728/icss.2020.18.45.055.
5. Построение архитектуры интеллектуальной системы управления городской рельсовой транспортной системой / В.М. Алексеев, Л.А. Баранов, М.А. Кулагин, В.Г. Сидоренко. — Текст: непосредственный // Мир транспорта. — 2021. — Т.19, №1(92). — С. 18–46. — DOI 10.30932/1992-3252-2021-19-1-18-46.
6. Лозинский, С.Н. Аппаратура автоматического обнаружения нагретых букс в поездах / С.Н. Лозинский, А.Г. Алексеев, П.Н. Карпенко. — Москва: Транспорт, 1978. — 160 с. — Текст: непосредственный.
7. Шайдуров, П.С. Исследование вопросов автоматического выявления перегретых букс железнодорожных вагонов: специальность 05.00.00: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Шайдуров Пётр Семенович; ВНИИЖТ. — Свердловск, 1969. — 219 с. — Текст: непосредственный.
8. Тепловой контроль буксовых узлов средствами КТСМ-02 / А.А. Миронов, В.Л. Образцов, В.С. Митюшев, К.В. Григорьев. — Текст: непосредственный // Автоматика, связь, информатика. — 2011. — №12. — С. 9–11.
9. Двоглазов, А.В. Наглядно о структуре КТСМ-02 / А.В. Двоглазов, В.И. Хоперский. — Текст: непосредственный // Автоматика, телемеханика и связь. — 2010. — №11. — С. 31–34.
10. Автоматизированная система контроля подвижного состава АСКПС. Автоматизированное рабочее место оператора линейного поста контроля. Программное обеспечение ПО: АРМ ЛПК: Руководство программиста 45602127.50 5500 003-08 92 01 - ЛУ. — Екатеринбург, 2010. — 57 с. — Текст: непосредственный.
11. КТСМ-02БТ. Подсистема контроля состояния букс (ПКСБ-01 ИН7.410.100). Подсистема контроля состояния тормозов (ПКСТ-01 ИН7.410.200). Руководство по эксплуатации ИН7.410.100 РЭ, 2007. — Текст: непосредственный.

О НЕКОТОРЫХ ПОДХОДАХ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ В ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНЫХ УЗЛАХ

Рассмотрены основные подходы к оценке качества работы транспортно-пересадочных узлов. Приведен анализ существующих подходов и научных результатов в данной области. Предлагается оценивать качество обслуживания населения в транспортно-пересадочных узлах через соотношение времен его использования в спокойном режиме и с препятствиями.

Ключевые слова: качество, транспортное обслуживание, пассажиропотоки, скорость, критерии, моделирование



М.Г. Лысиков



А.М. Ольшанский

Анализ существующей научной, профессиональной и нормативной литературы показывает, что при общем достаточно большом количестве работ по моделированию транспортных узлов практически не изучены именно критерии качества транспортного обслуживания.

Например, часто применяемые показатели средней длины очереди, среднего времени, затрачива-

емого в том или ином элементе узла, хотя и имеют много способов вычисления, практически никогда не отвечают на вопрос: «Достаточно ли такое качество, при котором значения этих показателей равны наблюдаемым?».

Все найденные показатели можно разделить на системные, которыми можно оценить протекание процесса в любой транспортной системе; устаревшие,

Лысиков Михаил Григорьевич, руководитель Научно-технического комплекса по разработке организации движения и общих проектных решений акционерного общества «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи» (АО «НИИАС»). Область научных интересов: моделирование транспортных процессов, разработка систем управления движением поездов, современные технологии работы станций и узлов. Автор 35 научных работ. Имеет 36 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ и 23 патента на изобретения и полезные модели.

Ольшанский Алексей Михайлович, кандидат технических наук, руководитель Центра перспективных разработок Научно-технического комплекса по разработке организации движения и общих проектных решений акционерного общества «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи» (АО «НИИАС»). Область научных интересов: моделирование систем управления, оптимальное управление транспортными и экономическими системами, нейронные сети. Автор 87 научных работ. Имеет 35 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ и 11 патентов на изобретения и полезные модели.

Биленко Геннадий Михайлович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Управление транспортными процессами» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: вопросы расчета и анализа, выбора способов усиления пропускной способности железнодорожных станций, участков и направлений, совершенствования технологии работы железнодорожных станций. Автор 46 научных работ.

Эрлих Антон Владимирович, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник Центра перспективных разработок Научно-технического комплекса по разработке организации движения и общих проектных решений акционерного общества «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи» (АО «НИИАС»). Область научных интересов: моделирование транспортных процессов, оптимальное управление транспортными и экономическими системами, современные технологии работы станций и узлов. Автор 45 научных работ.

характерные для анализа территориального развития преимущественно плановых экономик; нормативные, приведенные в ряде правовых актов и полученные математическим моделированием (чаще всего — решением уравнений состояния систем массового обслуживания).

Требуется дополнительное изучение введения не статических критериев, а динамических, например, соотношения скорости поступления новых пассажиров в элемент транспортного узла и убытия пассажиров из этого же элемента, что позволит, в дополнение к средним показателям, дать заключение об общей ситуации. Такие показатели могут потребовать проведения натурных или модельных проверок для внесения изменений в нормы и правила.

Рассмотрим основные подходы к критериям качества обслуживания.

К стандартным критериям качества обслуживания относятся:

1. Ограничение времени нахождения пассажира в пределах рассматриваемой транспортной системы. Записывается как

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n t_i \leq A. \quad (1)$$

Физический смысл формулы заключается в следующем: для $k\%$ агентов модели среднее время нахождения агента в системе не превышает A единиц времени. Чем выше процент $k\%$, тем более эффективной является модель транспортной системы, но больше затраты на обеспечение этой эффективности.

2. Критерий сложного качества.

Согласно [1], качество обслуживания пассажиров — многокритериальный параметр, который зависит от технического состояния подвижного состава, его конструктивных особенностей, развития маршрутной сети и организации транспортного процесса и ряда других составляющих.

Для пассажирских перевозок качество обслуживания можно подразделить на простое, сложное и интегральное [2].

К *простому* качеству пассажирских перевозок можно отнести какое-то одно существенное свойство или показатель, например, уровень комфорта пассажиров при обслуживании на вокзалах или в пути следования.

Сложное качество характеризуется совокупностью натуральных показателей, таких как: безопасность, скорость перемещения, уровень сервиса на вокзалах и в пути следования и др.

Интегральное качество определяется не только совокупностью натуральных показателей, но и пока-

зателями затрат (эксплуатационных, капитальных) на их осуществление.

Для улучшения качества перевозок пассажиров требуется синтез большого количества различных оценок, расчетов, данных официальной статистики и результатов обследования пассажиропотоков, после чего можно получить интегральный показатель качества обслуживания пассажиров:

$$K_{\text{ин}} = K_{\text{ин1}} K_{\text{ин2}}, \quad (2)$$

где $K_{\text{ин1}}$ — коэффициент, равный отношению длин вектора фактического уровня качества $\bar{J}_{\text{нф}}$ и вектора — стандарта качества $\bar{J}_{\text{нпс}}$ [формула 3];

$K_{\text{ин2}}$ — коэффициент, представляющий собой косинус угла между векторами и учитывающий взаимозависимость фактического и стандартного уровней качества [формула 4]

$$K_{\text{ин1}} = \frac{|\bar{J}_{\text{нф}}|}{|\bar{J}_{\text{нпс}}|}. \quad (3)$$

$$K_{\text{ин2}} = \cos \left(\frac{\bar{J}_{\text{нф}} \cdot \bar{J}_{\text{нпс}}}{|\bar{J}_{\text{нф}}| |\bar{J}_{\text{нпс}}|} \right). \quad (4)$$

3. Минимальные затраты в расчете на одного пассажира, пропускаемого через транспортную систему:

$$\frac{K + \sum \Xi}{N} \rightarrow \min. \quad (5)$$

Этот критерий устанавливается опытным путем на моделях. В случае, если есть общий вид функции затрат в зависимости от пассажиропотока, возможно проведение безусловной оптимизации в предположении, что перегруженность инфраструктуры приводит к избыточным затратам, а функция затрат выпуклая.

4. Стандартные показатели качества моделей.

4.1. Средняя абсолютная ошибка по модели (по модулю или в чистом виде)

$$e = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{a}) \rightarrow \min, \quad (6)$$

где N — число случаев наблюдения;

$\bar{x}$ — рассматриваемый признак;

$\bar{a}$ — среднее значение признака по выборке.

4.2. Средняя относительная ошибка

$$e = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{(x_i - \bar{a})}{x_i} \rightarrow \min. \quad (7)$$

4.3. Минимум среднеквадратического отклонения

$$q = \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{a})^2 \right)^{\frac{1}{2}} \rightarrow \min. \quad (8)$$

5. Обобщенный взвешенный функционал затрат в транспортной системе:

$$I = \mu_1 \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{a})^2 \right)^{1/2} + \dots + \mu_l \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{b})^2 \right)^{1/2} \rightarrow \min, \quad (9)$$

где $\mu_1, \dots, \mu_l$ — весовые коэффициенты, задаваемые в зависимости от цели исследования;

$x, y, \dots$ — признаки (параметризованные или натуральный измеритель);

$\bar{a}, \bar{b}$ — средние значения признаков.

Показатели качества, определяемые по формулам (6)–(9), могут быть изменены, если вместо средних значений $\bar{a}$ признака использовать значения, полученные из модели $X_{\text{мод}}, Y_{\text{мод}}$ и т.д. Такой подход предлагается в [3].

К устаревшим критериям обслуживания относятся:

6. Показатель транспортной доступности территории (по [1]).

Показатель транспортной доступности d_d , ч, может быть определен как средневзвешенная величина затрат времени на перемещение пассажиров в регионе в зависимости от конкретной конфигурации размещения и густоты его транспортной сети.

Получаем:

$$d_d^{\text{пас}} = \frac{\sum H t_{\text{пас}} S_o}{\sum H L_{\text{пас}} L_{\text{прив}}}, \quad (10)$$

где $\sum H t_{\text{пас}}$ — суммарное время перемещения пассажиров в регионе за год, пасс · ч;

S_o — обжитая площадь рассматриваемого региона, км²;

$\sum H L_{\text{пас}}$ — пассажирооборот за год в рассматриваемом регионе;

$L_{\text{прив}}$ — приведенная длина путей сообщения, км.

7. Описательные показатели развития транспортной сети.

Используются для начального сравнения уровней развития транспортной системы и сравнения прогресса в результате строительства новых коммуникаций. Чаще применяются при анализе транспортных схем и макетов транспортного планирования территорий, нежели при работе с моделями.

Густота транспортной сети — это показатель, которым характеризуются различия в обеспечении путями сообщения отдельных стран и регионов, величина его различна в зависимости от рассматриваемого в расчетах случая, измеряется отношением протяженности эксплуатационной длины сети L_s к рассматриваемому параметру (в зависимости от целей расчета):

• при расчетах по площади территории S , км², характеризующей различия в обеспечении путями сообщения отдельных регионов и стран, применяется формула:

$$d_s = \frac{1000L_s}{S}; \quad (11)$$

• при равной площади территорий, по численности населения, чел, применяется формула:

$$d_H = \frac{10000L_s}{H}. \quad (12)$$

Формула для определения параметра единого показателя густоты сети d_s , с учетом площади и численности населения была выведена немецким статистиком Э. Энгелем:

$$d_s = \frac{L_s}{\sqrt{SH}}. \quad (13)$$

Впоследствии данная формула была модернизирована русским инженером Ю.И. Успенским при одинаковых численностях населения и площади территории путем ввода под знак знаменателя объема предъявляемых к перевозке грузов Q , тыс т:

$$d_y = \frac{L_s}{\sqrt[3]{SHQ}}. \quad (14)$$

Последняя работает и в отношении пассажирских перевозок, если вместо объема перевозок грузов ввести объем перевозок пассажиров.

Для рассмотрения комплексного показателя густоты сети различных видов транспорта d_k , прив. км, предлагается учитывать только обжитую площадь изучаемого региона, а эксплуатационную длину сети заменить на значения приведенной длины сети. Тогда формулу (14) можно представить в виде:

$$d_k = \frac{L_{\text{прив}}}{\sqrt[3]{S_o H Q}}. \quad (15)$$

Советский ученый Л.И. Василевский предложил использовать коэффициенты приведения транспортных линий к 1 км железных дорог на основе сопоставимых уровней пропускной и провозной способности для различных видов транспорта, изменяющиеся от 0,15 (автодорога с обычным твердым покрытием) до 1 (нефтепровод среднего размера).

Критический анализ наиболее часто употребляемых критериев, упоминаемых в научных исследованиях, приведен в табл. 1.

В статьях, указанных выше, говорится в общих чертах о понятии «транспортно-пересадочный узел» (далее — ТПУ), об эффективности его создания/реконструкции, но не сказано об оценках качества работы планируемого ТПУ, его привлекательности и рентабельности.

В [5] приведена формула оценки социально-экономической эффективности ТПУ за счет использования следующих факторов: снижения себестоимости пере-

Таблица 1

Сводная таблица научных публикаций по транспортному обслуживанию

Наименование статьи/исследования, авторы	Содержание с комментариями
Имитационное моделирование транспортно-пересадочных узлов (на примере города Новосибирска) [4]	Рассмотрено понятие ТПУ, где главным является пассажир. Рассмотрена модель ТПУ без участия железнодорожного транспорта и метрополитена. В таблице «время, затраченное на пересадку» маршрут движения от пригородного вокзала до остановки имеет значительный эффект (в 2–3 раза) от введения пешеходного перехода, в обратную сторону эффект незначительный (менее 0,5). Нет оценки качества работы планируемого ТПУ и экономической эффективности
Опыт Японии в создании транспортно-пересадочных узлов и его применение в России [5]	Рассматривается опыт Японии в создании ТПУ и их деления по значениям. Приведены формулы для расчетов показателей эффективности. Проведена оценка работы ТПУ «Планерная»
Моделирование транспортно-пересадочного узла города Самара [6]	Рассматривается вариант имитационного моделирования ТПУ на участке пересечения проспекта Карла Маркса с путями Куйбышевской железной дороги. Нет оценки качества работы планируемого ТПУ и экономической эффективности
Восемь принципов развития транспортно-пересадочных узлов (на примере станции Иркутск–Сортировочный) [7]	В статье рассматривается ТПУ «Иркутск–Сортировочный» и его реконструкция, включающая в состав железнодорожного вокзала автовокзал регионального значения. Выделены основные принципы развития ТПУ. Нет оценки качества работы планируемого ТПУ и экономической эффективности

возок пассажиров (млн руб.) и сокращения времени пребывания пассажиров в пути из расчета на 1 год (млн руб.).

В теории ТПУ является оптимальным решением для снижения «автомобильной нагрузки» в городе и привлекательным решением для отказа от личного автомобиля и пересадки на общественный транспорт, позволяя добираться из пункта А в пункт Б, используя возможность пересадки с одного вида транспорта на другой с минимумом задержек по времени при переходе. Например, это создание ТПУ в Москве, предусматривающее интеграцию метрополитена с электропоездами МЦК.

При создании ТПУ на окраине города самый простой и наиболее часто встречаемый вариант — пересечение путей общественного транспорта. При этом может возникнуть проблема сложных подземных инженерных коммуникаций и линий метрополитена [8].

В качестве примера следует привести проект ТПУ «Планерная». При реализации проекта ТПУ терпел большинство изменений с утратой большое

количество изменений транспортных функций, что привело к снижению параметров качества обслуживания пассажиров; фактически, данный ТПУ признан не самым рациональным вариантом [9].

Рассмотрим один из передовых иностранных опытов создания ТПУ на примере Японии. Существуют следующие типы ТПУ:

- агломерационного значения, когда ТПУ создаются на месте пересечения межрегионального транспорта, внутрирегионального и городского транспорта;
- муниципального значения, который создается в местах пересечения городского транспорта и моно-рельса. Как правило, данный ТПУ многоуровневый;
- регионального значения, включающий в себя, как правило, железнодорожный вокзал и автовокзал. В данный ТПУ прибывают как региональные электропоезда и автобусы, так и городские автобусы. Кроме этого, в его состав включаются крупный торговый комплекс и муниципальная парковка.

Рассмотрим критерии качества с использованием теории массового обслуживания. Согласно проведенным научным исследованиям, ТПУ относятся к

системам массового обслуживания с ожиданием. Технологическая схема работы ТПУ представлена на рис. 1.

В качестве входящего потока (см. рис. 1) выступают пассажиры, которых необходимо перевезти. При этом понятно, что входящий поток способен генерировать неограниченное количество требований (пассажиров). В качестве обслуживающих каналов используются различные виды транспорта, т.е. система является многоканальной. В качестве выходящего потока выступают пассажиры, отправляющиеся с ТПУ и не поступающие во входящий поток. Следовательно, ТПУ можно рассматривать как разомкнутую многоканальную систему массового обслуживания. К основным показателям разомкнутой многоканальной системы массового обслуживания можно отнести среднее время ожидания обслуживания, среднюю длину очереди, среднее число свободных каналов от обслуживания требований, коэффициент простоя, среднее число каналов, занятых обслуживанием требований, коэффициент загрузки, среднее число требований, находящихся в системе. Все эти показатели позволяют определить эффективность функционирования системы. В то же время важнейшим показателем будет являться время обслуживания как характеристика любого отдельного канала и ТПУ в целом. Данная характеристика будет определять пропускную способность ТПУ. Время обслуживания можно определить по формуле:

$$G(t_{\text{обсл}}) = 1 - e^{-\mu t_{\text{обсл}}}, \quad (16)$$

где $\mu = \frac{1}{t_{\text{обсл}}}$ — интенсивность обслуживания.

Рассмотрим показатели качества обеспечения комфортных условий пересадки пассажиров с одного вида транспорта на другой с использованием нормативных документов.

В РФ регламентируется время пересадки в ТПУ, которое не должно превышать 5 мин без учета времени ожидания транспорта, в соответствии с п. 11.26 [10]. Согласно п. 6.29 [10] дальность пешеходного подхода от остановочных пунктов общественного транспорта должна составлять 500 м. В п. 5.4 [11] определяется максимальная дальность при пересадке с наземного пассажирского транспорта на станции метрополитена в 100 м, а при пересадке на железную дорогу — 150 м.

Другие показатели качества в нормативных документах РФ отсутствуют. В п. 6.29 [10] и п. 5.4 [11] указана максимальная дальность при пересадке, при этом не учитывается дальность вертикальных перемещений. На основе зарубежной литературы и опыта отечественных проработок при планировке ТПУ можно предусматривать предельно допустимые дальности при пересадке в соответствии с табл. 2.

В целом можно сказать, что отечественная теория исследования движения людских потоков обладает мощной практической и теоретической базой, доказывающей взаимосвязь между параметрами пешеходных потоков [12–14]. Выведены формулы, позволяющие вычислять минимальные и максимальные значения скоростей потока в зависимости от его плотности, состава и эмоционального состояния людей [15–18]. Однако исследования советских и российских ученых в общей массе решают задачи обеспечения безопасной и своевременной эвакуации людей при возникновении чрезвычайных ситуаций в зданиях и сооружениях различного назначения [19–22].

Проблеме поддержания необходимых условий для обеспечения качества обслуживания пассажиров в транспортных сооружениях в целом и в интермодальных пересадочных комплексах в частности, пристального внимания не уделялось, а определенные ранее параметры пешеходного потока, соответствующие комфортным условиям движения, вызывают сомнения с точки зрения применимости при обеспечении комфортных условий движения пассажиров при пересадке.



Рис. 1. Технологическая схема работы ТПУ

Таблица 2

**Предельная дальность при пересадке между видами транспорта
на территории ТПУ (в метрах)**

	Станция метрополитена	Станция железной дороги	Остановочные пункты наземного пассажирского транспорта	Стоянка для краткосрочной остановки и стоянка такси	Перехватывающая стоянка
Станция метрополитена	Регламентируется СП 32.105.2004	150	150	190	450
Станция железной дороги	150	Определяется техническими условиями железной дороги	150	190	450
Остановочные пункты наземного пассажирского транспорта	150	150	100	190	450
Стоянка для краткосрочной остановки и стоянка такси	190	190	190	—	450
Перехватывающая стоянка	450	450	450	450	—

Разработка целевой системы показателей оценки качества обслуживания пассажиров в ТПУ должна базироваться на выполнении условия, при котором отношение времени, затрачиваемого на проход от входа в ТПУ до посадки на транспорт в условиях режима с препятствиями, к тому же времени в свободных условиях, не превышает заданного значения. Опытным путем при экспериментах на моделях МЦК установлено, что дополнительной проверке подлежат режимы с отношением данных времен до 1,2–1,3. Более высокие показатели уже оцениваются как некомфортные для пассажира. 

Литература

1. Единая транспортная система : учебник для вузов / В.Г. Галабурда, В.А. Персианов, А.А. Тимошин и др.]; под ред. В.Г. Галабурды. — 2-е изд., с изм. и доп. — Москва: Транспорт, 1999. — 303 с. — ISBN 5-277-02148-5. — Текст: непосредственный.
2. Трихунков, М.Ф. Транспортное производство в условиях рынка: Качество и эффективность/ М.Ф. Трихунков. — Москва: Транспорт, 1993. — 255 с. — ISBN 5-277-00800-4. — Текст: непосредственный.
3. Якимов, М.Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов: монография / М. Р. Якимов. — Москва: Логос, 2013. — 188 с. — ISBN 978-5-98704-729-3. — Текст: непосредственный.
4. Кищенко, И.И. Имитационное моделирование транспортно-пересадочных узлов (на примере города Новосибирска)/ И.И. Кищенко, К.В. Красникова. — Текст: непосредственный // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ. — 2018. — №1. — С.209–214.
5. Цыпин, П.Е. Опыт Японии в создании транспортно-пересадочных узлов и его применение в России/ П.Е. Цыпин, А.А. Грачева, К.К. Хиоян. — Текст: непосредственный // Бизнес и дизайн ревю. 2017. — Т.1, №2 (6). — С. 3.
6. Литвинова, А.А. Моделирование транспортно-пересадочного узла города Самара/ А.А. Литвинова, О.Н. Сапрыкин, А.Н. Тихонов. — Текст: электронный // Международная молодежная научная конференция «XIV Королевские чтения», посвященная 110-летию со дня рождения академика С.П. Королева, 75-летию КуАИ—СГАУ—СамГУ—Самарского университета и 60-летию со дня запуска первого искусственного спутника Земли: сб. тр./ М-во образования и науки Рос. Федерации; Самар. нац. исслед. ун-т им. акад. С. П. Королева. — Самара: Изд-во Самар. ун-та, 2017. — Т.1. — С. 284–286.
7. Бовэнь Цзэн. Восемь принципов развития транспортно-пересадочных узлов (на примере станции Иркутск-Сортировочный) / Цзэн Бовэнь, Е.Н. Чупарин. — Текст: непосредственный // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. — 2017. — Т. 7, №4. — С. 225–234. DOI: 10.21285/2227-2917-2017-4-225-234.
8. Цыпин, П.Е. Эффективность использования наземного транспорта в условиях высокой стоимости земли / П.Е. Цыпин, А.Д. Разуваев, А.Ю. Ледней. — Текст: непосредственный // Бизнес и дизайн ревю. — 2016. — Т.1, №4(4). — С. 7.
9. Козлов, П.И. Определение уровня обслуживания пешеходов в пространстве внеуличных коммуникационных элементов пересадочных узлов: специальность 05.23.22: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Козлов Павел Игоревич; Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. — Москва, 2019. — 144 с. — Текст: непосредственный.
10. СП 42.13330.2016. Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений = Urban development. Urban and rural planning and development: актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*: утвержден Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30.12.2016 № 1034/пр: введен 07.01.2017. — Москва, 2017. — Текст: непосредственный.
11. Об утверждении региональных нормативов градостроительного проектирования города Москвы в области транспорта, автомобильных дорог регионального или межмуниципального значения: Постановление Правительства Москвы от 23.12.2015 № 945-ПП // Вестник Мэра и Правительства Москвы. — 2015. — спецвыпуск №51. — 30 декабря. — Текст: непосредственный.
12. Холщевников, В.В. Натурные наблюдения людских потоков: учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 270102 «Промышленное и гражданское строительство», направления 270100 «Строительство» / В.В. Холщевников, Д.А. Самошин, И.И. Исаевич; М-во Российской Федерации по делам

гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Акад. гос. противопожарной службы. — Москва: Акад. ГПС МЧС России, 2009. — 189 с. ISBN 978-5-9229-0033-1. — Текст: непосредственный.

13. Дувидзон, Р.М. Проектирование спортивных сооружений с учетом движения людских потоков: специальность 05.23.10: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дувидзон Ренат Миронович; МИСИ. — Москва, 1969. — 194 с. — Текст: непосредственный.

14. Кудрин, И.С. Влияние параметров движения людских потоков при пожаре на объемно-планировочные решения высотных зданий: специальность 05.26.03: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Кудрин Иван Сергеевич; Академия ГПС МЧС России. — Москва, 2013. — 190 с. — Текст: непосредственный.

15. Доценко, А.Г. Движение людей на вокзалах и прилегающих территориях (на примере крупных железнодорожных вокзалов): специальность 05.23.10: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Доценко Анатолий Георгиевич. — Москва, 1975. — 152 с. — Текст: непосредственный.

16. Samochine D.A. Toward an understanding of the concept of occupancy in relation to staff behavior in fire emergency evacuation of retail stores: PhD Thesis. — University of Ulster, 2004. — pp. 53–59.

17. Еремченко, М.А. Движение людских потоков в школьных зданиях: специальность 05.23.10: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Еремченко Мария Александровна; МИСИ. — Москва, 1978. — 189 с. — Текст: непосредственный.

18. Парфененко, А.П. Нормирование требований пожарной безопасности к эвакуационным путям и выходам в зданиях детских дошкольных образовательных учреждений: специальность 05.26.03: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Парфененко Александр Павлович; Академия ГПС МЧС России. — Москва, 2012. — 153 с. — Текст: непосредственный.

19. Фелькель, Х. Принципы нормирования эвакуационных путей в производственных зданиях: специальность 05.23.10: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Фелькель Харальд. — Москва, 1979. — 145 с. — Текст: непосредственный.

20. Айбуев, Зиявди С.А. Формирование людских потоков на предзаводских территориях крупных промышленных узлов машиностроительного профиля: специальность 05.23.10: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук; Айбуев Зиявди Сайд-Ахметович; МИСИ. — Москва, 1989. — 292 с. — Текст: непосредственный.

21. Алексеев, Ю.В. Формирование движения людских потоков в проходах зрелищных сооружений: специальность 05.23.10: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Алексеев Юрий Владимирович. — Москва, 1978. — 254 с. — Текст: непосредственный.

22. Овсянников А.Н. Закономерности формирования структуры коммуникационных путей в крытых зрелищных сооружениях: специальность 05.23.10: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Овсянников Александр Николаевич. — Москва, 1983. — 324 с. — Текст: непосредственный.

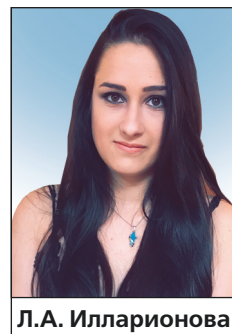
ВОЗМОЖНОСТЬ УЧЕТА ВЛИЯНИЯ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

Рассмотрена возможность применения беспилотной техники в строительстве. Приведен пример траектории движения транспортно-технологических средств при разработке специальной технологической схемы строительства железобетонного основания безбалластного железнодорожного пути.

***Ключевые слова:** беспилотный транспорт, траектория движения, движение точки, оператор-машинист, технологическая схема*



В.А. Кочнев



Л.А. Илларионова

В современном мире, при поддержке государства и бизнеса, создаются условия для ускоренного распространения беспилотного транспорта. Ряд стран решают задачи по запуску автономных грузоперевозок, беспилотных автобусов и такси. С учетом новых требований к профессии водителя, потребуются навыки инженера по безопасности для управления беспилотным транспортом. В некоторых странах уже сейчас курсируют беспилотные автобусы; снегоочистители, которые убирают снег на аэродромах со взлетно-посадочных полос; беспилотные грузовые машины работают на горнодобывающих предприятиях, а беспилотные комбайны — в сельском хозяйстве. В данное время использование беспилотных машин имеет ряд требований и ограничений. Это разрешенная макси-

мальная скорость, траектория, дальность пути, загруженность дорог и, конечно, безопасность человека.

Конечно, при планировании траектории движения беспилотной техники, большое влияние на выполнение работ оказывает качество дорожного покрытия. Его влияние слабее на горизонтальных и ровных участках дорог. При больших уклонах и неровностях дорожного покрытия техника вынуждена ограничить скорость движения прохождения данных участков по условиям безопасности, конструктивным особенностям машин и в зависимости от качества выполнения работ. При движении нескольких машин в одном направлении необходимо учитывать данные особенности и рассчитать порядок проезда при пересечении траектории движения.

Кочнев Виктор Андреевич, заведующий редакционно-издательским сектором Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: автоматизированные системы мониторинга транспортных средств, наземные транспортно-технологические комплексы. Автор шести научных работ.

Илларионова Лилия Алексеевна, старший преподаватель кафедры «Здания и сооружения на транспорте» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: проектирование объектов транспортной инфраструктуры. Автор 26 научных работ.

Траектория движения тела в начале пути прямолинейная, затем — криволинейная. В нашем случае, например, при уборке снега на взлетно-посадочной полосе или обработке сельскохозяйственных угодий, машины в начале пути перемещаются параллельно друг другу по прямой дороге, а затем дорога начинает «петлять» и автомобили движутся криволинейно.

Так как траектория движения машин известна, то задания движения машины можно описать естественным способом. Траекторию движения задаем согласно рис. 1. Начало отсчета устанавливаем в точке O и направление положительного движения задаем вверх по оси Oy .

Чтобы точно задать положение интересующего нас тела относительно точки отсчета, надо связать с точкой отсчета систему координат. При естественном способе задания движения задаем закон движения точки вдоль траектории [1]:

$$s=s(t).$$

Величина s в уравнении определяет положение движущейся точки на траектории, а не пройденный ею путь.

Положения движущейся точки в плоскости определяются двумя координатами и задаются как функции времени [2]:

$$x=x(t);$$

$$y=y(t).$$

Первую часть пути машины движутся прямолинейно, значит векторы скорости будут совпадать с

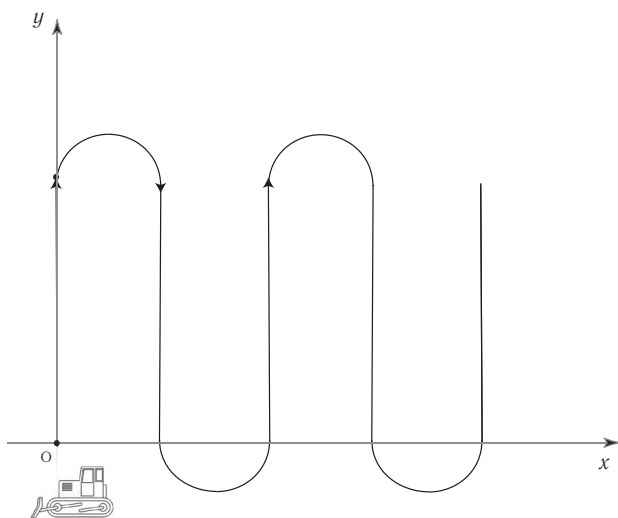


Рис. 1. Траектория движения машины

направлением перемещения, при криволинейном перемещении вектор скорости меняет направление [3;4]. Рассмотрим более подробно криволинейный участок заданного пути (рис. 2).

Вектор скорости всегда направлен вдоль касательной в ту сторону, куда движется точка, при этом показывает движение точки и быстроту [4;5]. Его можно представить через его проекции, используя единичные векторы $\vec{i}$, $\vec{j}$ при координатном способе задания движения

$$\vec{V} = \dot{x}\vec{i} + \dot{y}\vec{j}.$$

Проекции скорости V_x , V_y на координатные оси будут равны первой производной по времени от соответствующей оси координат

$$V_x = \frac{dx}{dt} = \dot{x};$$

$$V_y = \frac{dy}{dt} = \dot{y}.$$

Исходя из этого находим модуль скорости

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}.$$

Также при естественном способе задания движения можно ввести алгебраическую величину скорости:

$$V_\tau = \frac{ds}{dt},$$

где V_τ — проекция скорости $\vec{v}$ на направление вектора $\vec{\tau}$ [2].

Тогда

$$\vec{V} = V_\tau \vec{\tau}.$$

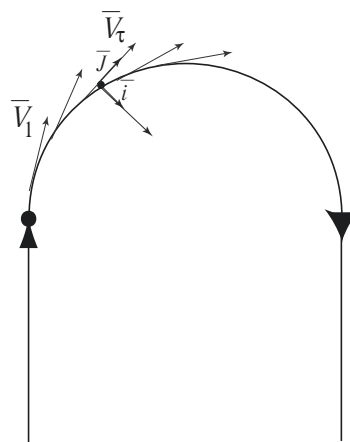


Рис. 2. Траектория машины на криволинейном участке с указанием направлений векторов скоростей

Как быстро меняется вектор скорости с течением времени, покажет ускорение (рис. 3). При естественном способе задания движения его раскладывают на два взаимно перпендикулярных вектора — касательное $\vec{a}_\tau$ и нормальное ускорение $\vec{a}_n$.

Главная нормаль всегда проходит через центр кривизны траектории движения точки.

Модуль вектора нормального ускорения определяется по формуле:

$$a_n = \frac{V^2}{\rho}.$$

Здесь ρ — радиус кривизны траектории движения, V — скорость точки.

При движении точки по окружности радиусом R радиус кривизны траектории $\rho=R$. В остальных случаях при движении точки по криволинейной траектории радиус ее кривизны является переменной величиной [1;6].

Нормальное ускорение перпендикулярно касательной к траектории и всегда направлено к центру кривизны:

$$\vec{a}_n = a_n \vec{n},$$

где $\vec{n}$ — единичный вектор в направлении главной нормали траектории.

Проекции ускорения на оси находим по формуле

$$\vec{a} = a_\tau \vec{\tau} + a_n \vec{n},$$

где

$$a_\tau = \frac{dV_\tau}{dt} = \frac{d^2S}{dt^2}.$$

Рассмотрим пример, когда автомобиль движется равнозамедленно по дуге окружности радиусом $r=800$ м

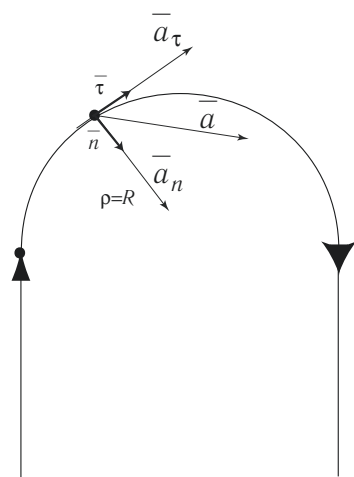


Рис. 3. Траектория машины на криволинейном участке с указанием направлений ускорения

и проходит путь $s_p=800$ м, имея начальную скорость $V_0=54$ км/ч и конечную $V_1=18$ км/ч. Такая траектория бывает при уборке снега на летном поле аэродрома или спортивной площадке, т.е. в случаях когда перемещение техники коммунального хозяйства не ограничивается элементами вертикальной разметки и строениями [6–8]. Определим время движения T автомобиля по такой дуге.

По условию движение равнопеременное. Законы равнопеременного движения имеют вид:

$$s = s_0 + V_{0\tau} t + a_\tau \frac{t^2}{2}; \quad V_\tau = V_{0\tau} + a_\tau t.$$

Запишем эти соотношения для момента времени T , учитывая, что $s_p = s_1 - s_0$:

$$V_1 = V_0 + a_\tau T; \quad s_p = V_0 T + a_\tau \frac{T^2}{2}.$$

Разрешая полученную систему уравнений относительно неизвестного времени и ускорения [6;7], получим

$$T = \frac{2s_p}{V_0 + V_1} = 80 \text{ с}; \quad a_\tau = \frac{V_1 - V_0}{T} = -\frac{1}{8} \text{ м/с}^2.$$

Найдем нормальное ускорение в начальной и конечной точках:

$$a_{n0} = \frac{V_0^2}{r} = \frac{9}{32} \text{ м/с}^2; \quad a_{n1} = \frac{V_1^2}{r} = \frac{1}{32} \text{ м/с}^2.$$

Для вычисления модуля ускорения воспользуемся тем обстоятельством, что касательная и нормальная составляющие ускорения ортогональны [6]:

$$|\vec{W}_0| = \sqrt{W_\tau^2 + W_{n0}^2} = 0,308 \text{ м/с}^2; \\ |\vec{W}_1| = \sqrt{W_\tau^2 + W_{n1}^2} = 0,129 \text{ м/с}^2.$$

Подобная траектория движения может быть использована при разработке специальной технологической схемы строительства железобетонного основания безбалластного железнодорожного пути, в основе которой находится технологический процесс бетонирования основной плитной конструкции, армированной металлическими стержнями или канатами с поэтапным уплотнением бетонной смеси [7–9].

Чтобы обеспечить заполнение опалубки без пустот, в том числе, в зоне стыковки арматурных стержней [10;11], в углах и в местах с высокой плотностью армирования применяется вибрация двух типов: глубинная и поверхностная. При вибрации бетонная смесь переходит из рыхлого состояния в структурное жидкое состояние, трение между частицами уменьшается и достигается требуемая текучесть, при этом все

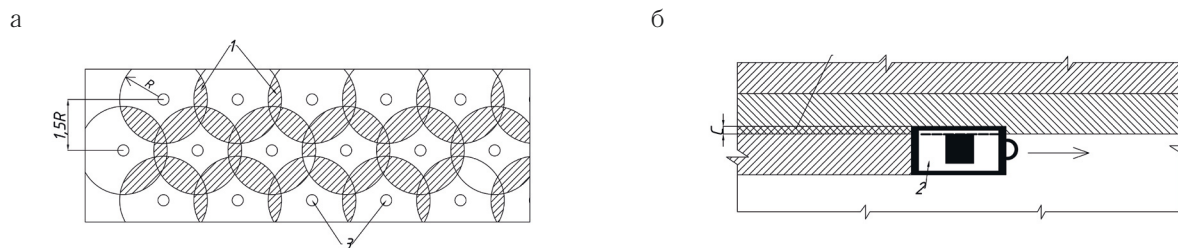


Рис. 4. Схема уплотнения бетонной смеси вибраторами: а – места расположения глубинных вибраторов; б – направление и траектория движения поверхностного вибратора; 1 – зона перекрытия; 2 – поверхностный вибратор; 3 – точки погружения глубинного вибратора

точки изменения геометрических размеров и формы опалубки заполняются (рис. 4).

Данная технология способна оказать помощь оператору-машинисту, совершенствуя управление техникой, направленное на сохранение параметров движения и корректировку в управлении при создании внешних помех или изменении качества дорожного покрытия [4; 12].

В дальнейшем будем рассматривать данную технологическую схему при задании траектории пути от двух и более машин при параллельном движении (рис. 5). Представленная траектория движения техники требует удостовериться в том, что машины не создадут помех друг другу, и, в частности, при пересечении траектории в точке 1. При создании данного алгоритма построения пути для движения беспилотной техники требуется учитывать не только различные параметры, такие как текущую скорость, ускорение и местопо-

жение одной машины, но и данные параметры относительно других машин. И это позволит построить наиболее оптимальный и безопасный маршрут, что повысит скорость и эффективность работы.

Основные параметры, на которые стоит обратить внимание при решении данных задач:

- безопасность для других участников движения;
- маневрирование техникой;
- качество выполняемых работ;
- удобство и понятный интерфейс.

Внедрение беспилотных систем имеет ряд преимуществ:

- безопасность человека;
- круглосуточный режим работы;
- отсутствие влияния погодных условий;
- увеличение производительности труда;
- оптимизация расходов;
- универсальность системы управления.

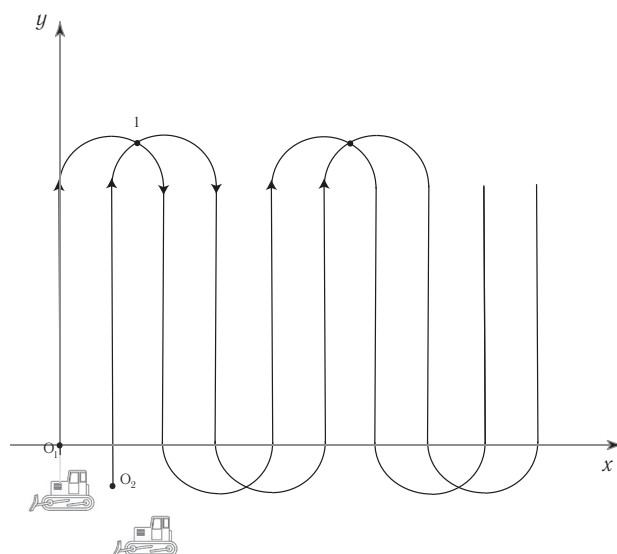
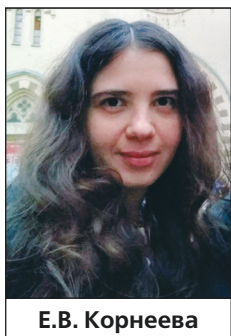


Рис. 5. Траектория пути при параллельном движении техники

Литература

1. Лукин, А.М. Теоретическая механика: (разделы «Статика», «Кинематика»): учебно-методическое пособие для студентов заочной и дистанционной форм обучения при подготовке дипломированного специалиста по направлению 653500 «Строительство» / А.М. Лукин, Д.А. Лукин, В.В. Квалдыков; Федеральное агентство по образованию, Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ). — Омск: Изд-во СибАДИ, 2007. — 287 с. — Текст: непосредственный.
2. Подобед, С.А. К методике определения характера и вида движения точки при различных способах задания движения / С.А. Подобед. — Текст: непосредственный // Точная наука. — 2017. — № 16. — С. 2–9.
3. Локтев, Д.А. Определение габаритов транспортных средств и их положения на проезжей части в системе видеомониторинга / Д.А. Локтев, В.А. Кочнев, А.А. Локтев. — Текст: непосредственный // Наука и техника транспорта. — 2018. — № 4. — С. 62–69.
4. Glusberg B., Savin A., Loktev A., Korolev V., Shishkina I., Chernova L., Loktev D. Counter-rail special profile for new generation railroad switch // Advances in Intelligent Systems and Computing (см. в книгах). 2020. Т. 982. С. 571–587.
5. Loktev D.A., Loktev A.A. Diagnostics of external defects of railway infrastructure by analysis of its images // В сборнике: Proceedings - 2018 Global Smart Industry Conference, GloSIC 2018. 2018. С. 8570083.
6. Loktev A., Korolev V., Shishkina I., Savin A., Illarionova L., Lokteva O., Kuskov V. Dynamic behavior model of the ballastless railroad track segment considering wave processes // В сборнике: E3S Web of Conferences. Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, TPACEE 2019. 2020. С. 03035.
7. Гридасова, Е.А. Моделирование поведения сегмента рельсовой плети при динамическом воздействии / Е.А. Гридасова, А.А. Локтев, Л.А. Илларионова. — Текст: непосредственный // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия Естественные науки. — 2020. — № 4(91). — С. 24–41.
8. Loktev A.A., Korolev V.V., Shishkina I.V., Basovsky D.A. Modeling the dynamic behavior of the upper structure of the railway track // Procedia Engineering (см. в книгах). 2017. Т. 189. С. 133–137.
9. Loktev A., Korolev V., Shishkina I., Chernova L., Geluh P., Savin A., Loktev D. Modeling of railway track sections on approaches to constructive works and selection of track parameters for its normal functioning // Advances in Intelligent Systems and Computing (см. в книгах). 2020. Т. 982. С. 325–336.
10. Lyudagovsky A., Loktev A., Korolev V., Shishkina I., Alexandrova D., Geluh P., Loktev D. Energy efficiency of temperature distribution in electromagnetic welding of rolling stock parts // В сборнике: E3S Web of Conferences. 2018 International Science Conference on Business Technologies for Sustainable Urban Development, SPbWOSCE 2018. 2019. С. 01017.
11. Локтев, А.А. Моделирование мостотоннеля для пропуска легкового транспорта через объекты инфраструктуры / А.А. Локтев, В.П. Сычёв, О.И. Поддаева, А.В. Потапов, Г.Н. Талашкин. — Текст: непосредственный // Наука и техника транспорта. — 2017. — № 1. — С. 73–78.
12. Логинов, И.Н. Когнитивная нейроморфная платформа управления ресурсами железнодорожного транспорта в автоматизированных системах управления / И.Н. Логинов, А.Н. Логинов, В.П. Сычев. — Текст: непосредственный // Внедрение современных конструкций и передовых технологий в путевое хозяйство: 9-я научно-практическая конференция с международным участием; Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования Московский гос. ун-т путей сообщ. (МГУПС (МИИТ)), Российская открытая акад. трансп. (РОАТ). — Москва: МГУПС, 2016. — С. 312–319.

АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ ТЕРМИНА BIG DATA К АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕВОЗКАМИ



Е.В. Корнеева



В.Г. Сидоренко

Рассмотрены характеристики, отличающие Big Data от традиционной работы с данными. Выполнен анализ соответствия Автоматизированной системы оперативного управления перевозками третьего поколения (АСОУП-3) приведенным характеристикам. Результаты анализа продемонстрировали, что АСОУП-3 способна достичь требований, предъявляемых к категории Big Data, а также показаны направления доработки для такого развития.

Ключевые слова: Big Data, база данных, Автоматизированная система оперативного управления перевозками (АСОУП)

Железнодорожная отрасль предполагает долгосрочное использование всех задействованных активов. Благодаря этому фактору отрасль становится потенциальным полигоном для внедрения инновационных решений, направленных на продуктивное использование баз данных и интеллектуальных систем, предполагающих использование искусственного интеллекта и машинного обучения. Одним из терминов, часто используемых при обсуждениях современного распространения информационных технологий в мире, является работа с большими данными.

Информационные технологии все больше оказываются вплетены в систему бизнес-процессов железнодорожной отрасли, делая систему эффективнее и надежнее. В настоящее время железнодорожные предприятия всего мира находятся в поисках рево-

люционно новых путей применения современных интеллектуальных систем в железнодорожных процессах [1–10], которые условно можно сгруппировать в три вида:

- процессы, связанные с техническим обслуживанием железных дорог и транспорта;
- мероприятия контроля и инспекции на железнодорожном транспорте;
- эксплуатация и управление сложными, переплетенными графиками и планами, в которых задействованы человеческий фактор и железнодорожная техника [11–13].

В каждой из рассматриваемых групп работа ведется с потоком информации, поступающей с производства и применяемой для дальнейшей работы. Примером успешной работы с большим количеством сведений о

Корнеева Екатерина Владимировна, аспирант кафедры «Управление и защита информации» Института транспортной техники и систем управления Российского университета транспорта (ИТТСУ РУТ (МИИТ)), технолог 2 категории ПКБ-ЦЦТ ОАО «РЖД». Область научных интересов: автоматизированные системы на железнодорожном транспорте, управление процессами перевозок, разработка программного обеспечения. Автор более 10 научных работ.

Сидоренко Валентина Геннадьевна, доктор технических наук, профессор кафедры «Управление и защита информации» Института транспортной техники и систем управления Российского университета транспорта (ИТТСУ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: теория автоматического управления, управление и планирование движения транспортных средств, оценка качества управления движением транспортных средств, планирование работы и обучение оперативных работников транспортных систем. Автор более 180 научных работ.

событиях на железных дорогах Российской Федерации является Автоматизированная система оперативного управления перевозками (АСОУП) разработки ПКТБ-ЦЦТ ОАО «РЖД». На время создания статьи актуальной версией автоматизированной системы является АСОУП третьего поколения (АСОУП-3) [14].

В ОАО «РЖД» сильна тенденция консолидации и централизации разнообразных существующих информационных потоков. Отчасти АСОУП-3 приобретает роль системы, объединяющей потоки данных систем ОАО «РЖД» [15].

Целью данного исследования является анализ применимости термина Big Data и методов, присущих Big Data, к функционирующей АСОУП-3.

Материалы и методы

Для достижения цели исследования использованы теоретические методы — анализ и сравнение.

Обсуждение

Big Data (большие данные) — это общий термин для набора данных, настолько больших или сложных, что становится трудно обрабатывать их с помощью традиционных методов управления данными [16]. Обычно для применения термина Big Data требуется соответствие характеристикам [17], называемым «три V»: объем (Volume) данных, их разнообразие (Variety) и скорость (Velocity) генерации данных [16]. Часто характеристики дополняются достовер-

ностью (Veracity) и полезностью (Value), становясь «четырьмя V» и «пятью V» [18;19]. Прочие возможные характеристики не называются определяющими. Данные характеристики не получили однозначных и устойчивых значений, указывающих на границы для работы именно с большими данными [20].

1. Объем данных. Не существует точного представления о количестве данных, считающихся Big Data. Обобщить предлагаемые значения [17] можно до диапазона от терабайт до зеттабайт.

Объемы данных в АСОУП-3 можно оценить по заявленным техническим требованиям для функционирования системы. Максимальные требования к программно-техническому комплексу разработки и тестирования ядра и компонентов АСОУП-3 приведены в табл. 1.

Максимальные требования к программно-техническому комплексу системы контроля качества и продуктивной системы АСОУП-3 приведены в табл. 2.

Общая предполагаемая численность пользователей — не менее 60000 человек.

Из приведенных данных следует, что объем данных на этапе разработки и тестирования не превышает 4 Тб, объем данных производственной базы данных — 4,5 Тб, тестовой базы данных — 13 Тб. Значения находятся на нижней границе названного ранее диапазона, поэтому допустимо принять значения подходящими категории Big Data.

Таблица 1

Максимальные требования к программно-техническому комплексу систем разработки и тестирования АСОУП-3

Подсистема (разработка и тест)	Central Pro-cessing Unit (CPU), cores	Random Access Memory (RAM), GB	Hard Disk Drive (HDD), GB
	Центральное процессорное устройство (ЦПУ), количество ядер	Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), Гб	Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), Гб
Интеграционная сервисная платформа АСОУП-3	22	80	250
Банк показателей работы АСОУП-3	12	80	150
Ядро АСОУП-3	96	1280	3000
Автоматизированный комплекс ведения нормативно-справочной информации ядра АСОУП-3	14	100	300
Подсистема мониторинга	4	30	100

Таблица 2

**Максимальные требования к программно-техническому комплексу
системы контроля качества и продуктивной системы АСОУП-3**

Компонент	Требования к промышленному полигону	Требования к тестовому полигону
БД ядра	3 физических сервера. Требования к серверу: 24 ядра (cores), 512 Гб ОЗУ (RAM), ПЗУ (HDD): 64 Гб раздел операционной системы (ОС) + 1 Тб (резерв)	3 физических сервера. Требования к серверу: 24 ядра (cores), 512 Гб ОЗУ (RAM), ПЗУ (HDD): 64 Гб раздел операционной системы (ОС) + 1 Тб (резерв)
Сервер приложений ядра	6 Логических разделов сервера (Logical Partition Access Resources (LPAR)), суммарно: 52 ядра (cores), 264 Гб ОЗУ (RAM), 500 Гб ПЗУ (HDD)	6 LPAR суммарно: 52 ядра (cores), 264 Гб ОЗУ (RAM), 500 Гб ПЗУ (HDD)
Шина	2 LPAR: 12 ядер (cores), 64 Гб ОЗУ (RAM), 64 Гб (ОС) + 300 Гб (Data)	2 LPAR: 12 ядер (cores), 64 Гб ОЗУ (RAM), 64 Гб (ОС) + 300 Гб (Data)
Банк показателей работы АСОУП-3	2 LPAR: 12 ядер (cores), 64 Гб ОЗУ (RAM), ПЗУ (HDD): 64 Гб раздел операционной системы (ОС) + 364 Гб раздел для данных (Data)	2 LPAR: 12 ядер (cores), 64 Гб ОЗУ (RAM), ПЗУ (HDD): 64 Гб раздел операционной системы (ОС) + 300 Гб раздел для данных (Data)
Автоматизированный комплекс ведения нормативно-справочной информации ядра АСОУП-3	12 LPAR суммарно: 24 ядра (cores), 100 Гб ОЗУ (RAM), 1 Тб ПЗУ (HDD)	12 LPAR суммарно: 24 ядра (cores), 100 Гб ОЗУ (RAM), 1 Тб ПЗУ (HDD)
Pentaho BI	6 LPAR суммарно: 72 ядра (cores), 384 Гб ОЗУ (RAM), 1 Тб ПЗУ (HDD)	6 LPAR суммарно: 72 ядра (cores), 384 Гб ОЗУ (RAM), 1 Тб ПЗУ (HDD)
Сетевая База АСОУП-3		2 сервера базы данных (БД): 40 ядер (cores), 2048 Гб ОЗУ (RAM), 7.75 Тб ПЗУ (HDD), 2 сервера приложений: 20 ядер (cores), 256 Гб ОЗУ (RAM), 600 Гб ПЗУ (HDD)

2. Скорость как характеристика Big Data — это скорость, с которой данные генерируются и обрабатываются [21]. Критерием Big Data считается создание большого количества данных за малое время.

В АСОУП-3 зачастую данные генерируются в режиме реального времени. Источником данных являются сообщения об операциях на железной дороге, создаваемые операторами или в автоматическом режиме на железнодорожных станциях, а также сведения, передаваемые смежными автоматизированными системами. В среднем время обработки сообщений в АСОУП-3 составляет 0,11 с.

Программное обеспечение АСОУП-3 способно обеспечивать обработку не менее 2,7 млн сообщений об операциях эксплуатационной работы в сутки, что в среднем составляло бы 31 сообщение в секунду, и предполагает сохранение производительности при десятикратном увеличении интенсивности потока сообщений. Согласно источнику [15], на текущий момент количество операций на сети железнодорожных дорог, регистрируемых АСОУП-3 за сутки, уже составляет около 10 млн, что в среднем составляет 116 операций в секунду.

При уменьшении влияния человеческого фактора путем ввода большего числа программных модулей, позволяющих автоматизировать формирование сообщений, и при оптимизации работ смежных систем — источников данных, возможно добиться генерации данных в АСОУП-3 только в режиме реального времени. Это позволило бы уменьшить время от совершения события на железнодорожном транспорте до обработки и регистрации поступающей информации, а также повысить достоверность данных, о которой речь пойдет позже.

3. Разнообразие данных. Термин Big Data предполагает обращение не только со структурированными данными, но и с разными типами неструктурированных данных без конкретных предпочтений по их многообразию [16].

Данные АСОУП-3 описывают широкий спектр процессов, осуществляемых на железных дорогах России, а также перевозочный процесс сопредельных железнодорожных администраций [15;22]. Как уже ранее отмечалось, данные генерируются как из источников самой АСОУП-3, так и из смежных систем.

Архитектура АСОУП-3 [23] предполагает разделение программного обеспечения и данных на три модели:

1. Процессная модель АСОУП-3 [24;25], включающая:

- комплекс эталонных процессов и взаимосвязей между процессами;
- комплекс исполняемых экземпляров процессов, отражающих их реализацию в связи с определенной перевозкой.

2. Обеспечивающие модели АСОУП-3 [26]:

- инфраструктурная составляющая сети железных дорог;
 - модель нормативно-справочной информации (в нее входят нормы и заданные ограничения);
 - модель показателей эксплуатационной работы;
 - экономическая модель.
3. Объектно-событийная модель АСОУП-3 [15]:
- локомотивная составляющая [27–29];
 - бригадная составляющая [27];
 - отправочно-сбытовая составляющая;
 - поездная составляющая [30];
 - вагонная составляющая;
 - контейнерная составляющая [31].

Схематическое изображение моделей АСОУП-3 представлено на рис. 1.

Система обеспечивает возможность хранения исторических данных глубиной до 10 лет.

Сведения, поступающие в обработку АСОУП-3, направляются в соответствующую модель, структурируются и распределяются. Таким образом, АСОУП-3 на текущий момент работает уже со структурированными данными, включенными в архитектуру АСОУП-3 по строго определенной структуре.

Работа с неструктурированными данными потребовала бы доработки системы и разработки специализированной подсистемы в АСОУП-3.

4. Достоверность и точность данных.

Качество данных определяет точность их анализа. На достоверность влияют ошибки, искажение информации, шум и аномалии в данных [16]. Сомнения в достоверности данных могут быть вызваны тем, что внешние источники данных могут быть непроверенными, а значит, и сами данные тоже [17]. Увеличение количества сведений, получаемых путем автоматизированного съема данных, и совершенствование методов их обработки сопутствуют повышению достоверности информации [32–34].

Так как источником данных АСОУП-3 является либо сама система, либо смежные системы, то данные подвергаются перекрестной проверке и контролю, что позволяет минимизировать возможные искажения. Это позволяет считать, достоверность данных АСОУП-3 достаточно высокой.

5. Полезность данных.

Большие данные хранятся и анализируются с определенной целью, и эта цель зависит от организации и вида собираемых данных. Данные должны помогать добиться поставленных организацией цели. Полезность данных является обязательным атрибутом Big Data, хотя сложно сказать, насколько определяющим, так как любые собираемые данные должны стремиться быть полезными.



Рис. 1. Схема моделей АСОУП-3

Данные АСОУП-3 являются неотъемлемой частью процесса управления перевозками на железной дороге, они однозначно полезны в работе.

Например, статистическая отчетность АСОУП-3 предоставляет достоверное и полное представление о производственном положении холдинга ОАО «РЖД». В статистическом учете это требование выражается в сплошной и непрерывной регистрации всех фактов производственной деятельности в хронологическом порядке. Статистическая отчетность включает данные обо всех производственных операциях, осуществленных как холдингом ОАО «РЖД» в целом, так и его филиалами, дочерними и зависимыми обществами и иными подразделениями.

В то же время использование термина Big Data применимо не к любому большому количеству данных, соответствующих характеристикам «трех V» или «пяти V», а к случаям реализации передовых методов анализа данных, например, предиктивной аналитики или иных [7].

В наши дни существует множество инструментов и структур больших данных, новые технологии появляются очень быстро [35;36]. Специалисты по

обработке больших данных обязательно используют методы различных современных и актуальных технологий.

Выводы

Проведенный анализ показал, что условия «пяти V» не полностью применимы к данным АСОУП-3, но при этом вполне достижимы при некоторых доработках, расширении функций системы. Подобные модернизации позволили бы применять в отношении АСОУП-3 термин Big Data.

В вопросе использования передовых методов анализа данных АСОУП-3 предстоит обновить набор используемых методов и инструментов для решения новых современных задач.

Заключение

Подводя итог, следует отметить, что для соответствия категории Big Data предстоит провести модернизацию АСОУП-3 в части применения новых инструментов работы с данными, а также принять к работе новые для АСОУП-3 типы данных, расширив сферу работы системы.

Литература

1. Thaduri A., Galar D., Kumar U. Railway assets: A potential domain for big data analytics // *Procedia Computer Science*. – 2015. – №53. – С. 457–467. – Текст: непосредственный.
2. Ponzini J. How Big Data, Predictive Analytics And Machine Learning Changed The Railway Industry : сайт. – 2021. – URL: <https://www.forbes.com/sites/sap/2021/02/11/how-big-data-predictive-analytics-and-machine-learning-changed-the-railway-industry/?sh=15a71bf5e81f> (дата обращения: 06.12.2021). – Текст: электронный.
3. Innovative Business Planning & Traffic Routing for Kazakhstan Railways: сайт компании «SAP». – 2020. – URL: <https://www.sap.com/bin/sapdxc/inm/attachment.7378/pitch-deck.pdf> (дата обращения: 06.12.2021). – Текст: электронный.
4. Easton J., Kohli Sh. Challenges and opportunities for big data in the Digital Railway: сайт журнала «Железнодорожные технологии». – 2017. – URL: <https://www.railtechnologymagazine.com/Comment/challenges-and-opportunities-for-big-data-in-the-digital-railway> (дата обращения: 01.12.2021). – Текст: электронный.
5. van Gulijk C., Dacre M. Big data risk analysis for rail Railways: сайт журнала «Железнодорожные технологии». – 2015. – URL: <https://www.railtechnologymagazine.com/Comment/big-data-risk-analysis-for-rail> (дата обращения: 02.12.2021). – Текст: электронный.
6. Технологии Big data в транспортном планировании: сайт Общероссийской общественной организации «Российская академия транспорта». – 2020. – URL: http://rosacademtrans.ru/bigdata_transportplanning/ (дата обращения: 05.12.2021). – Текст: электронный.
7. Machine Learning at the Core of Automated Inspection and Predictive Maintenance Railways . - сайт Совета безопасности на железнодорожном транспорте и стандартов. – 2018. – URL: <https://www.rssb.co.uk/what-we-do/insights-and-news/Blogs/Machine-Learning-at-the-core-of-automated-inspection-and-predictive-maintenance> (дата обращения: 07.12.2021). – Текст: электронный.
8. BIM и инженерные формализованные онтологии на цифровой железной дороге Европы в объединении EULYNX-экономика данных / Климов А.А. [и др.] // *International Journal of Open Information Technologies*. – 2018. – Vol. 6. – № 8. – С. 38–65. – Текст: непосредственный.
9. Цифровая железная дорога – ERTMS, BIM, GIS, PLM и цифровые двойники/ Климов А.А. [и др.] // *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. – 2017. – Vol. 13. – № 3. – С. 129–166. – Текст: непосредственный.
10. Марков, Л. Большие данные выходят на маршрут : Сайт газеты «Гудок». – 2021. – URL: <https://gudok.ru/newspaper/?ID=1588822&archive=2021.12.06> (дата обращения: 23.12.2021). – Текст: электронный.
11. Бородин, А.Ф. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2016613861 Российская Федерация. Интегрированная система автоматизированной разработки технологического процесса при движении грузовых поездов по расписанию. Версия 1: № 2016611091: заявл. 12.02.2016: опубл. 11.04.2016 / А.Ф. Бородин, А.И. Сафронов, Л.Б. Сушенцева [и др.]; заявитель открытое акционерное общество «Российские железные дороги».
12. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2019613065 Российская Федерация. Программное обеспечение технологии организации вагонопотоков (АСОВ). Очередь 2018 года: №2019611807: заявл. 22.02.2019: опубл. 06.03.2019 / М.А. Агеева, А.Ф. Бородин, О.Н. Кириллова [и др.]; заявитель Открытое акционерное общество «Российские железные дороги».
13. Построение архитектуры интеллектуальной системы управления городской рельсовой транспортной системой / В.М.Алексеев, Л.А.Баранов,Л.А.Кулагин, В.Г.Сидоренко. – Текст: непосредственный // *Мир транспорта*. – 2021. – Т.19, №1. – С. 18–46.
14. Кисиль, Ю.А. АСОУП – единая платформа для систем управления перевозочным процессом/ Ю.А. Кисиль, Д.Ю. Фоменков, В.Н. Давиденко. – Текст: непосредственный // *Автоматика, связь, информатика*. – 2021. – №7. – С. 10–12.
15. Урусов, А.В. 50 лет – это только начало! / А.В.Урусов. – Текст: непосредственный // *Автоматика, связь, информатика*. – 2021. – №7. – С. 2–4.
16. Cielen D., Meysman A.D.B., Ali M. *Introducing Data Science*. Manning Publications Co, 2016. – 300. – Текст: непосредственный.

17. Everts S. Information Overload // Институт Истории науки США: официальный сайт. —2016. —URL: <https://www.sciencehistory.org/distillations/magazine/information-overload> (дата обращения: 07.12.2021). —Текст: электронный.
18. Anil J. The 5 V's of big data // Компания «IBM»: официальный сайт. —2016. —URL: <https://www.ibm.com/blogs/watson-health/the-5-vs-of-big-data/> (дата обращения: 07.12.2021). —Текст: электронный.
19. Ghofrani F., He Q., Goverde R.M.P., Liu X. Recent applications of big data analytics in railway transportation systems: A survey // Transportation Research Part C. —2018. —№90. —С. 226–246. —Текст: непосредственный.
20. Davis B. The 7 pillars of Big Data // Petroleum Review. —2015. —№1. —Текст: непосредственный.
21. Al Nuaimi E., Al Neyadi H., Mohamed N. Applications of big data to smart cities // Journal of Internet Services and Applications. —2015. —№6(1). —С. 25. —Текст: непосредственный.
22. Богомолов, В.Ю. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2021610-465 Российская Федерация. Программный модуль АСОУП-3 «УЧЛЮК ИСГ» заявка №2020666448. заявл. 10.12.2020; рег. 14.01.2021 / В.Ю. Богомолов, О.В. Зудова, Е.В. Корнеева [и др.]; заявитель открытое акционерное общество «Российские железные дороги».
23. Урусов, А.В. Реализация АСОУП нового поколения / А.В.Урусов. —Текст: непосредственный // Автоматика, связь, информатика. —2016. —№6. —С. 5–6.
24. Развитие общесистемной составляющей АСОУП-3 / В.Н. Давиденко, С.Н. Юсупов, В.С. Тимошенко, Д.Н.Чубчев. —Текст: непосредственный // Автоматика, связь, информатика. —2016. —№6. —С. 7–9.
25. Баврин, Г.Н. Автоматизированная система управления перевозками на DB2/ Г.Н.Баврин, В.Н. Якимец. —Текст: непосредственный // Автоматика, связь, информатика. —2011. —№7. —С. 24–26.
26. Трегубов, А.Г. Совершенствование отраслевой системы классификации и кодирования/ А.Г. Трегубов. —Текст: непосредственный // Автоматика, связь, информатика. —2011. —№7. —С. 34–35.
27. Одинцов, В.Н. Эволюция оперативных дислокационных моделей локомотивов и локомотивных бригад / В.Н. Одинцов, Т.Б. Прилипко, В.Н. Коротков. —Текст: непосредственный // Автоматика, связь, информатика. —2011. —№7. —С. 27–29.
28. Богомолов, В.Ю. Информационное сопровождение бизнес-процессов управления локомотивным комплексом / В.Ю. Богомолов. —Текст: непосредственный // Автоматика, связь, информатика. —2016. —№6. —С. 15–16.
29. Богомолов, В.Ю. Основной тренд — цифровизация локомотивного хозяйства/ В.Ю. Богомолов, В.Н. Коротков. —Текст: непосредственный // Автоматика, связь, информатика. —2021. —№7. —С. 29–32.
30. Щербакова Н.В. Проектирование базы данных перевозочного процесса: от поездной модели до полнообъектной / Н.В. Щербакова. —Текст: непосредственный // Автоматика, связь, информатика. —2011. —№7. —С. 20–21.
31. Бабкина, И.Н. Гарантируемая безопасность пассажирского движения / И.Н. Бабкина, Н.С. Пряхина. —Текст: непосредственный // Автоматика, связь, информатика. —2021. —№7. —С. 25–28.
32. Гапанович, В.А. Некоторые вопросы управления ресурсами и рисками на железнодорожном транспорте на основе состояния эксплуатационной надежности и безопасности объектов и процессов (проект УРРАН) / В.А. Гапанович, А.М. Замышляев, И.Б.Шубинский. —Текст: непосредственный // Надежность. —2011. —№1. —С. 2–8.
33. Шубинский, И.Б. Основные научные и практические результаты разработки системы УРРАН / Шубинский, И.Б., Замышляев А.М. —Текст: непосредственный // Железнодорожный транспорт. —2012. —№10. —С. 23–28.
34. Замышляев, А.М. Прикладные информационные системы управления надежностью, безопасностью, рисками и ресурсами на железнодорожном транспорте / А.М. Замышляев. —Ульяновск: Областная типография «Печатный двор», 2013. —143 с. —Текст: непосредственный.
35. Применение современных технологий программирования к автоматизации планирования движения поездов метрополитена/ В.Г. Сидоренко, А.И. Сафронов, К.М. Филипченко, М.А. Чжо. —Текст: непосредственный // Автоматика на транспорте. —2016. —Т.2, №3. —С. 331–347.
36. Сидоренко, В.Г. Архитектура многопоточного программного продукта, реализующего планирование логистических процессов / В.Г. Сидоренко, А.С. Петров. —Текст: непосредственный // Информатизация образования и науки. —2020. —№1(45). —С. 25–38.

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ДОГОВОРНОЙ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Построены два дерева решений для договорной и претензионной работы предприятия, реализованных на языке программирования высокого уровня Python. Рассмотрено влияние разных наборов показателей на результат построения дерева решений. Представлены рекомендации по определению целевых наборов показателей для эффективного применения интеллектуальной системы поддержки принятия решений.

Ключевые слова: дерево решений, Data Mining, договорная и претензионная работа предприятия, выборка, классификация, энтропия



И.А. Журавлев



Е.А. Журавлева

Внедрение реальных приложений искусственного интеллекта в корпоративной среде становится все более популярным направлением. Умные системы проникают во все сферы общественной и деловой жизни. В основе таких систем лежат передовые инструменты анализа и сбора данных, задачи прогнозирования и задачи принятия решений. Интеллектуальные информационные системы обладают способностью быстро анализировать поступающую в них информацию и действовать в динамично меняющихся условиях, что приводит к повышению эффективности и качества операций. Рассмотрим применение метода дерева решений в договорной и претензионной работе предприятия.

Дерево решений (decision tree) является одним из самых мощных и популярных инструментов Data Mining. Оно позволяет эффективно решать задачи

регрессии, задачи классификации и задачи прогнозирования основных социальных, экологических и экономических показателей.

При построении дерева решений для договорной и претензионной работы предприятия необходимо рассмотреть договоры, которые уже были исполнены в компании. На основании анализа этих договоров выделим их основные признаки, которые характеризуют каждый договор и оформим их в виде таблицы. Ниже представлен фрагмент таблицы с данными по договорам (табл. 1).

Закодируем результат успешной реализации договора в виде «0» и «1», где «0» — данный договор для компании принес убытки, а «1» — при выполнении договора компания получила прибыль.

В классической постановке задачи машинного обучения выборка состоит из объектов и признаков

Журавлев Илья Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Системы управления транспортной инфраструктурой» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: надежность и эффективность функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики, моделирование систем и процессов, эволюционные вычисления, интеллектуальный анализ данных. Автор 61 научных работ, в том числе трех учебных пособий.

Журавлева Елена Анатольевна, магистр, специалист тендерного отдела ООО «АСБК софт». Область научных интересов: искусственный интеллект, эволюционные вычисления, интеллектуальный анализ данных. Автор четырех научных работ.

Таблица 1

Фрагмент таблицы с данными по договорам, используемыми
для реализации метода интеллектуального анализа данных

Наименование контрагента	Предмет договора	Цена договора, тыс. руб.	Срок выполнения работ/ услуг/ поставки, мес.	Наличие по договору штрафных санкций, %	Способ оплаты выполненных работ	Процентное соотношение прибыли от цены контракта, %	Результат успешной реализации договора
Контрагент 1	Поставка товара	138	12	4,3	20	37	1
Контрагент 2	Поставка товара	783	6	7,5	40	21,11	0
Контрагент 3	Поставка товара	426	3	2,1	40	50,94	1
Контрагент 4	Поставка товара	2371	1	8,2	40	51,69	1
Контрагент 5	Поставка товара	4620	3	3,7	30	60,97	1
Контрагент 6	Оказание услуг	118	6	6,3	30	26,75	0
Контрагент 7	Оказание услуг	752	1	9,4	40	31,91	0
Контрагент 8	Оказание услуг	485	3	8,1	40	74,64	1
Контрагент 9	Оказание услуг	2637	3	2,9	20	37,92	0
Контрагент 10	Техническое обслуживание	915	3	2,4	40	7,94	0
Контрагент 11	Техническое обслуживание	4218	12	6,8	20	78,03	1

(рис. 1): X — типичная матрица объектов признаков (design matrix); l — длина выборки (length) или число объектов; d — число признаков (dimensions). В работе применяется способ машинного обучения — обучение с учителем (Supervised learning), т.е. в обучающей выборке есть метки: X — типичная матрица объектов признаков; y — вектор ответов. Следовательно, табл. 1 представлена в виде размеченной выборки, где объектом служит договор, т.е. строка в матрице, с X -признаками (Nazvanie kontagenta, Predmet dogovora, Cena dogovora tis.rub, Srok mes., Shtraf %, Sposob oplati, Pribil %) и соответствующая метка y (Resultat). Данная задача имеет вид классификации (classification). Классификация — это отнесение объекта к одной из категорий на основании его признаков, т.е. число уникальных значений ограничено, метка y принимает значение «True» или «False», где «False» — реализация договора нанесла ущерб компании; «True» — договор выполнен успешно.

Перед нами стоит задача отображения зависимости X - конкретной матрицы (NumPy) от y в виде функции 1.

$$f: X \rightarrow y. \quad (1)$$

Функция 1 строится методом «Дерево решений». На каждом шаге выбирается лучший признак, который в конкретный момент времени выигрывает по сравнению с остальными. В нашей постановке дерево решения опирается на бинарный признак y - Resultat, а числовые признаки: Nazvanie kontagenta, Predmet dogovora, Cena dogovora tis.rub, Srok mes., Shtraf %, Sposob oplati, Pribil % — используются для сравнения с заданным порогом. Из этого следует, что нам необходимо найти такой признак, который лучше всего разделяет выборку по целевому классу. Эвристикой сформулированной цели является критерий информативности, который покажет, насколько заданный признак «хороший» для того, чтобы разбить выборку на два класса. Формализация представлена с помощью понятия энтропии.

Энтропия Шеннона определяется для системы с N возможными состояниями по формуле:

$$S = - \sum_{i=1}^N p_i \log_2 p_i, \quad (2)$$

где p_i — вероятности нахождения системы в i -м состоянии.

Полный порядок в системе, если энтропия принимает значение ноль. Так как энтропия — это, по сути, степень неопределенности в системе, уменьшение энтропии называют приростом информации. Прирост информации (information gain, IG) формализует то,

насколько хорош заданный критерий (Q) для деления выборки на две группы по определенному признаку:

$$IG(Q) = S_0 - \sum_{i=1}^q \frac{N_i}{N} S_i, \quad (3)$$

где q — число групп после разбиения;

N_i — число элементов выборки, у которых признак Q имеет i -е значение.

Выборка делится на две подгруппы. Сравнивая признаки и считая для каждого прирост информации, определяется, какое разбиение будет лучшим. Данный алгоритм работает рекурсивно, т.е. процедура поиска признака с лучшим приростом информации продолжается в каждой подгруппе до тех пор, пока не построится дерево решений, классифицирующее нужный итог. В работе дерево решения прогнозирует: заключать договор или нет.

В нашем случае будем пользоваться оценкой Джини.

Дерево решений обучается на 70% выборки, а на оставшихся 30% проверяются прогнозы. Другими словами, когда обученное дерево сделает прогноз для отложенной выборки, появится вектор прогнозов (prediction). Нам известен вектор реальных ответов, поэтому достаточно сравнить вектор реальных ответов и вектор прогнозов. Описанный метод называется оценкой модели по отложенной выборке. Проблема метода заключается в том, что мы можем наладить работу на отложенной выборке, но иметь плохой результат на тестовой.

Более универсальным методом является метод кросс-валидации (k -fold cross-validation). Этот метод

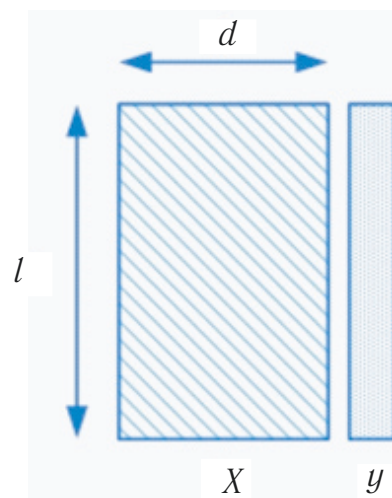


Рис. 1. Представление выборки

случайным образом разбивает данные на k непере-секающихся блоков примерно одинакового размера. Поочередно каждый блок рассматривается как вали-дационная выборка, а остальные $k-1$ блоков — как обучающая выборка. Модель обучается на $k-1$ бло-ках и прогнозирует валидационный блок. Процесс повторяется k раз и мы получаем k оценок, для кото-рых рассчитывается среднее значение, являющееся итоговой оценкой модели. Обычно k выбирают рав-ным 10, 7 или 5. Если k равен количеству элементов в исходном наборе данных, этот метод называется кросс-валидацией по отдельным элементам (leave-one-out cross-validation), но вычислительно его очень сложно осуществить и поэтому он не используется. Важным аспектом является то, что при проведении такого разбиения нужно учитывать соотношение целевого класса.

Подкласс кросс-валидации — Stratified гаран-тирует, что распределение целевого класса в каж-дой подвыборке (fold) будет одним и тем же. Метод StratifiedkFold разбивает выборку на n -частей, учи-тывая соотношение целевого класса в каждой под-группе, т.е. все подвыборки похожи между собой и на исходную выборку по соотношению целевого класса. Кросс-валидация дает ответ на то, как сравнить две модели и как гарантировать, что наша модель будет работать на новых данных.

В машинном обучении комбинируют метод оценки по отложенной выборке и метод кросс-валидации. То есть мы отщепляем 30% исходной выборки, отложен-ная часть, а на оставшихся 70% выборки проводим кросс-валидацию.

Главной проблемой в машинном обучении явля-ется переобучение, когда модель, обученная на своей выборке, будет лучше работать, чем на дру-гой. Переобучение появляется при слишком долгом настраивании на имеющую выборку. В дереве реше-ний это происходит при построении до максимальной глубины. Ограничить построение дерева поможет гиперпараметр — $\max_depth$. Этот параметр необхо-димо настроить так, чтобы одновременно дерево не

переобучалось и не было слишком мелким. Мелкое дерево — это недообученное дерево, т.е. не выявлены необходимые закономерности для данных, чтобы хорошо прогнозировать. Для достижения баланса, подбирая параметр $\max_depth$, на 70% выборки надо сравнивать деревья разных глубин по параметру кросс-валидации.

При добавлении новых параметров модели про-верка происходит также с помощью кросс-валидации. Отложенная выборка требуется только в конце, она дает самую последнюю оценку, т.е. показывает, как модель работает на новых данных.

Построение дерева решений для договорной и претензионной работы предприятия реализовано на языке программирования высокого уровня Python. На рис. 2 изображено, в каком виде первоначально выводится часть данных для анализа.

Очевидно, что успешность выполнения договора зависит от прибыли, которая получена при его реали-зации; строя дерево решения с данным показателем, есть возможность потерять другие важные критерии. Поэтому для сравнения построим два дерева решения, отличие которых будет в наличии показателя {Pribil %} при вводе данных.

Первое дерево решений строим со следующими признаками {Nazvanie kontragenta, Predmet dogovora, Cena dogovora tis.rub, Srok mes., Shtraf %, Sposob oplati, Resultat}, исключая {Pribil %}. Итог реали-зации кода построения дерева решений изображен на рис. 3.

Показатели, рассматриваемые для построения дерева решений, представленного на рис. 3, изобра-жены на рис. 4.

Результат реализации программного кода для постро-ения дерева решения со всеми признаками { Nazvanie kontragenta, Predmet dogovora, Cena dogovora tis.rub, Srok mes., Shtraf %, Sposob oplati, Pribil %, Resultat } приведен на рис. 5. Данное дерево решения применимо в организации, которая нацелена только на получение прибыли, не обращая внимания на сопутствующие факторы при выполнении договора.

	Nazvanie kontragenta	Predmet dogovora	Cena dogovora tis.rub	Srok mes.	Shtraf %	Sposob oplati	Pribil %	Resultat
0	1	100	138	12	4.3	20	37.00	True
1	2	100	783	6	7.5	40	21.11	False
2	3	100	426	3	2.1	40	50.94	True
3	4	100	2371	1	8.2	40	51.69	True
4	5	100	4620	3	3.7	30	60.97	True

Рис. 2. Фрагмент таблицы с данными для построения дерева решений

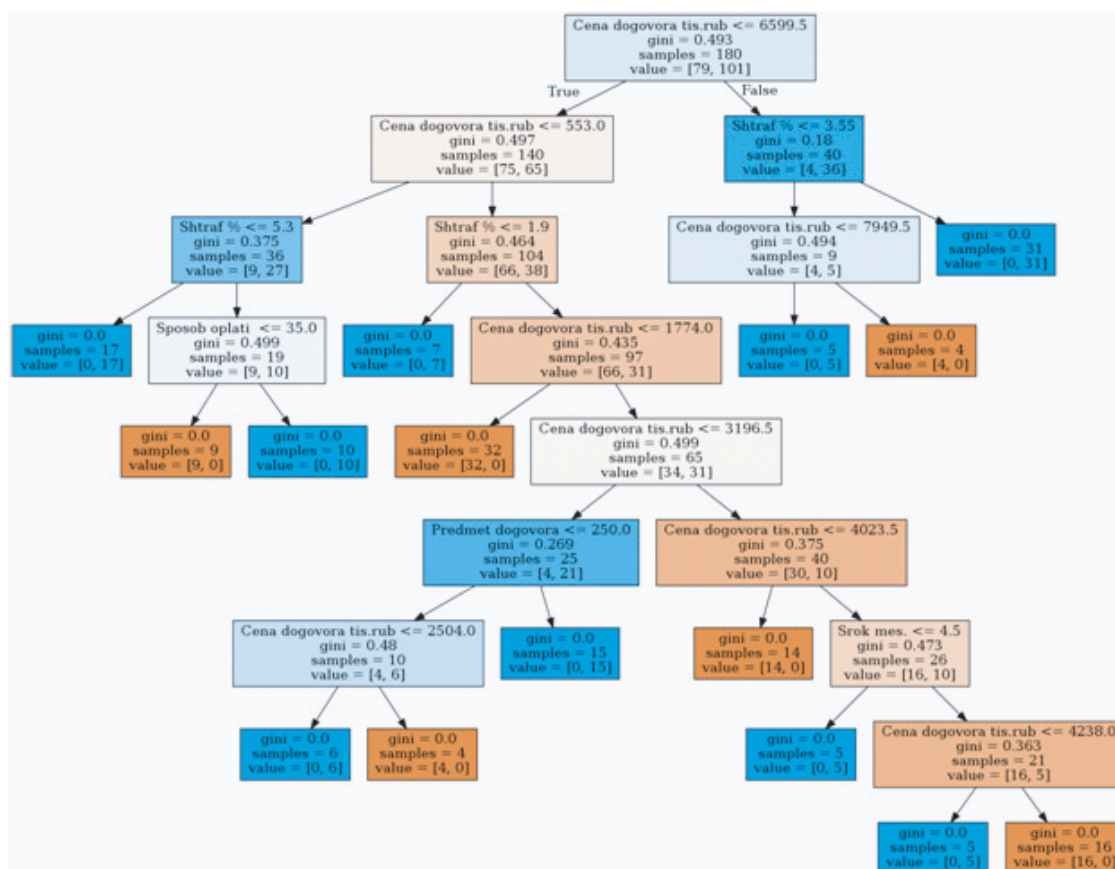


Рис. 3. Дерево решений для договорной и претензионной работы предприятия со следующими признаками {Predmet dogovora, Cena dogovora tis.rub, Srok mes., Shtraf %, Sposob oplati, Resultat}

	Predmet dogovora	Cena dogovora tis.rub	Srok mes.	Shtraf %	Sposob oplati	Resultat
0	100	138	12	4.3	20	True
1	100	783	6	7.5	40	False
2	100	426	3	2.1	40	True
3	100	2371	1	8.2	40	True
4	100	4620	3	3.7	30	True

Рис. 4. Фрагмент таблицы с данными для построения дерева решений со следующими признаками {Nazvanie kontragenta, Predmet dogovora, Cena dogovora tis.rub, Srok mes., Shtraf %, Sposob oplati, Resultat }

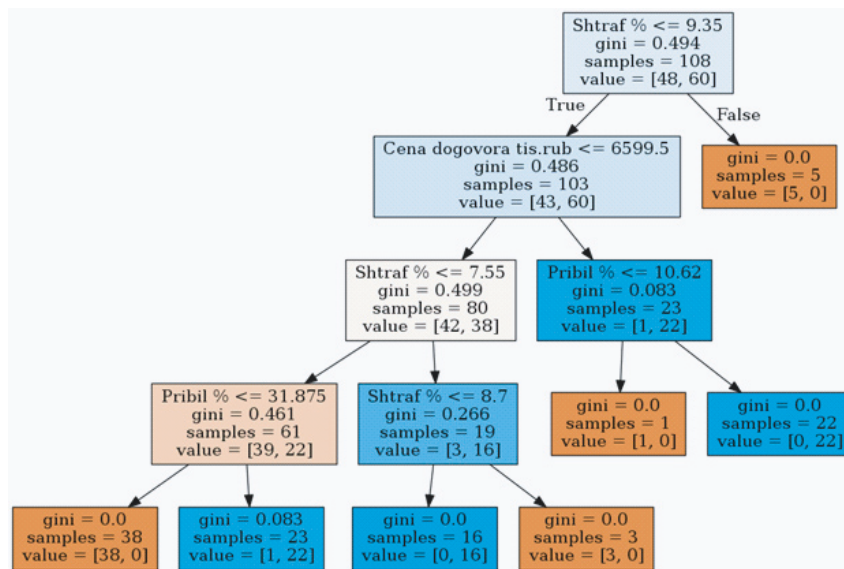


Рис. 5. Дерево решений для договорной и претензионной работы предприятия со следующими признаками {Predmet dogovora, Cena dogovora tis.rub, Srok mes., Shtraf %, Sposob oplati, Pribil %, Resultat}

Литература

1. Мусаев, А.А. Алгоритмы Data Mining в задачах управления динамическими процессами / А.А. Мусаев, И.А. Барласов. — Текст: непосредственный // Труды СПИИРАН. — Вып. 5. — Санкт-Петербург: Наука, 2007. — С. 300—313.
2. Де Янг, К. Эволюционные вычисления: новейшие достижения и нерешенные проблемы / К.Де Янг. — Текст: непосредственный // Обзорение прикладной и промышленной математики. — 1996. — Т. 3, вып. 5.
3. Скобцов, Ю.А. Эволюционные вычисления: учебное пособие / Ю.А. Скобцов, Д.В. Сперанский; Нац. открытый ун-т (ИНТУИТ). — Москва: Нац. открытый ун-т (ИНТУИТ), 2015. — 326 с. — ISBN 978-5-9556-0171-7. — Текст: непосредственный.
4. Маслова, В.М. Система рекрутинга с элементами искусственного интеллекта / В.М. Маслова. — Текст: непосредственный // Экономические системы, 2018. — Т.11. — №1 (40). — С. 56—59.

АНАЛИЗ ГИГИЕНЫ ТРУДА РАБОТНИКОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ПОГРУЗКОЙ-РАЗГРУЗКОЙ КАМЕННОГО УГЛЯ

Рассмотрен вопрос гигиены труда работников, осуществляющих погрузочно-разгрузочные работы с углем. Рассмотрены такие факторы, как шум, вибрация, микроклимат, пылевое загрязнение. Предложены профилактические мероприятия по борьбе с данными факторами.

Ключевые слова: гигиена труда, угольная пыль, охрана труда, пылеподаватель, пылеподавление



В.В. Самойлов

Огромное значение в улучшении условий труда работников транспорта имеет механизация процессов погрузки-разгрузки. С помощью механизации уменьшается число тяжелых физических работ, а так же повышается производительность труда, что является эффективным средством профилактики ряда профессиональных заболеваний. Механизация работ по погрузке-разгрузке требует усиления мер борьбы с пылью, шумом и вибрацией.

В настоящее время при погрузке-разгрузке угля должны обеспечиваться обеспыливающие мероприятия, а также современные профилактические мероприятия, которые основаны на использовании мокрых методов и сухого пылеподавления.

Одним из основных пылящих процессов является погрузка угля в железнодорожные полувагоны. Поверхностные комплексы, где проходит погрузка угля в полувагоны, являются интенсивным источником пылевых выделений. Основная часть пылевой фракции образуется в момент удара угля о дно полува-

гона. Запыленность воздуха от места погрузки может достигать значений в $50-100 \text{ мг/м}^3$ на расстоянии до 5 метров.

Мокрые методы являются главным мероприятием по борьбе с пылью, которое включает в себя создание высоконапорных водяных завес и других приемов, позволяющих создать условия по минимизации выделения пылевой фракции. При этом наилучшие результаты удается достичь за счет введения эффективных смачивающих добавок. Подобные технологии как правило достаточно эффективно используются в большинстве технологических процессов погрузки-разгрузки. Они обеспечивают уверенное снижение пылеобразования [9].

Если влажность угля повысилась на 1,5–3% то увлажнение считается эффективным. Эффективность пылеподавления методом предварительного увлажнения угольного пласта достигает 60–70%, однако эффект сохраняется крайне недолго, и в скором времени уголь снова начинает пылить.

Самойлов Вадим Вадимович, аспирант кафедры «Техносферная безопасность» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: охрана труда, специальная оценка по условиям труда, профессиональные заболевания. Автор семи научных работ.

При несоблюдении условий распыления пылеподавателя эффективность пылеподавления снижается до 30–35%.

Для пылеподавления осевшей пыли применяются солевые растворы, а также смачиватели — поверхностно-активные вещества (ПАВ). ПАВ можно применять только при условии их токсиколого-гигиенической оценки.

При этом необходимо отметить, что заболевания обусловленные влиянием пыли (рисунок) при перевозке угля составляют для работников более 20% профессиональных заболеваний.

Вредные производственные факторы, влияющие на организм работников и установленный класс условий труда даны в табл. 1.

При этом основными видами заболеваний возникающих в результате этих воздействий являются: хронический пылевой бронхит (22,45%), пневмокониоз

(21,78%) и хронический обструктивный (астматический) бронхит (18,36%) [4].

При этом необходимо отметить, что общее число зафиксированных пневмокониозов отмечается на предприятиях угольной отрасли, так по данным [5] он достигал более 80% в 2016 г.

Удельный вес угольной отрасли России в общем количестве зафиксированных пневмокониозов в 2016 г. по всем отраслям составил 85%.

Шум и вибрация сопровождают многие технологические процессы при погрузке-разгрузке угля. Основным источником шума и вибрации являются различные машины и механизмы.

К основным мероприятиям по борьбе с шумом относятся:

1. Совершенствование технологий для минимизации причин возникновения шума, индивидуальная или коллективная защита персонала от воздействия шума.



Рисунок. Удельный вес профессиональных заболеваний, обусловленных воздействием различных вредных производственных факторов

2. Применение средств индивидуальной защиты.
3. Проведение медицинских осмотров.

Ограничениями к заключению трудового договора с работником на работы, связанные с шумовым воздействием, являются:

- установленное понижение слуха (хотя бы на одно ухо) любой этиологии;
- отосклероз и прочие хронические заболевания уха с неблагоприятным прогнозом.

Одним из эффективных способов, направленных на улучшение условий труда работников, является комплекс профилактических мероприятий.

Практическая реализация комплекса мероприятий по профилактике организуется в системе управления охраны труда как основной элемент обеспечения условий и безопасности труда на каждом рабочем месте.

Отличительной особенностью трудового процесса работников, связанных с процессами погрузки-разгрузки сыпучих грузов, является тот факт, что основная часть их времени работы осуществляется на открытом воздухе.

В силу этого данная категория работников характеризуется высоким уровнем потенциального риска получения в период работы травм, а именно пере-

охлаждения, простудных заболеваний и т.д. Это обусловлено рядом климатических и погодных факторов: температурой и влажностью воздуха, солнечным излучением, осадками, а также тяжестью и напряженностью выполняемой работы.

Основная роль в защите работника от холода принадлежит поведенческой терморегуляции, которая заключается в активном, целенаправленном регулировании термической нагрузки на организм.

В связи с необходимостью проведения работ на открытой территории в межсезонный период года, большое значение имеют средства индивидуальной защиты (СИЗ). Поэтому возникает необходимость регламентирования времени пребывания на холоде и времени, необходимого на обогрев, применительно к различным метеоусловиям, физической активности, теплоизоляции СИЗ [10].

Согласно методическим рекомендациям МР 2.2.7.2-129-06. Физиология труда и эргономика. Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях, к работе на холоде допускаются лица, прошедшие медицинские осмотры в соответствии с действующими приказами Минздрава России и не имеющие противопоказаний.

Таблица 1

Вредные производственные факторы, их значения и класс условий труда

Виды производственных факторов	Практическое значение измеренных параметров	Фактическое значение	Установленный класс условий труда
Химические вещества, мг/м ³ : пары фенола	0,3	0,1±0,007	2
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия, мг/м ³ : • кремнесодержащая пыль (SiO ₂ от 2 до 10%) • асбестосодержащая пыль (асбест до 10%) • угольная пыль (уголь до 15%)	4,0 2,0 4,0–10,0	1,98±0,04 0,82±0,02 8,756	2 2 2 3.2
Шум (эквивалентный уровень звука), дБА : • на ремонтном участке железнодорожного пути; • на перегоне	80	96,0±0,7 79±0,7	3.2 2
Вибрация локальная (эквивалентно-корректированный уровень виброскорости, дБ) : • на ремонтном участке железнодорожного пути; • на перегоне	112	120±0,5 108±0,5	3.3 2
Микроклимат (работа на открытом воздухе): • холодный период года • теплый период года	Зависит от климатической зоны		2–3.4 2–3.1

При разработке внутрисменного режима работы на период рабочей смены следует ориентироваться на допустимую степень охлаждения работающих, регламентируемую временем непрерывного пребывания на холоде и временем обогрева. При определении продолжительности однократного за рабочую смену пребывания на холоде можно ориентироваться на предельно допустимую степень охлаждения человека [1].

В целях нормализации теплового состояния температура воздуха в местах обогрева должна поддерживаться на уровне 21–25°C. Помещение следует оборудовать устройствами для обогрева кистей и стоп. Температура устройств должна находиться в диапазоне 35–40°C.

У каждого рабочего должны быть индивидуальные, правильно подобранные респираторы.

Выбирать респиратор нужного размера следует ориентировочно по высоте лица (расстояние между точкой наибольшего углубления переносы и самой низкой точкой подбородка по средней линии лица). Размеры респираторов У-2К и Ф-62III можно выбирать по табл. 2. После работы респиратор необходимо очистить щеткой или легким встряхиванием.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что от всех негативных факторов, кроме пыли, можно защитить работника. Однако вопрос пылеподавления остается актуальным и нуждается в дальнейших исследованиях. 

Таблица 2

Параметры для выбора респиратора

Высота лица, мм	Рост (размер) респиратора
99...109	1
109...119	2
119 и выше	3

Литература

1. Аксенов, В.А. Совершенствование перевозок сыпучих грузов для обеспечения экологической безопасности / В.А. Аксенов, О.С. Сачкова, Е.А. Сорокина, В.Б. Шевченко. — Текст: непосредственный // Вестник СГУПС. — 2020. — №1(52). — С. 47–53.
2. Майорова, Л.П. Влияние угольного кластера на окружающую среду / Л.П. Майорова, А.И. Лукьянова, Е.В. Дахова. — Текст: непосредственный // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. — 2019. — Т.1, №2. — С. 429–433.
3. Coal Dust: Environmental Impacts And Good Coal Dust Management Practices. — URL: <https://www.environment.com.za/environmental-issues/coal-dust-environmental-impacts-and-good-coal-dust-management-practices.html> (дата обращения 21.02.2022). — Текст: электронный.
4. Подображин, С.Н. Повышение эффективности увлажнения угольных пластов для предотвращения пылеобразования / С.Н. Подображин. — Текст: непосредственный // Безопасность труда в промышленности. — 2010. — №6. — С. 28–30.
5. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2013 году: Государственный доклад. — Москва: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2014. — 192 с. — URL: www.rosпотребнадзор.ru/upload/iblock/3b8/gd_2013_dlya_sayta.pdf (дата обращения: 21.02.2022). — Текст: электронный.
6. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Кемеровской области в 2013 году: Государственный доклад. — Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Кемеровской области, 2014. — 279 с. — URL: <http://42.rosпотребнадзор.ru/upload/iblock/еес/еес3е1877е73afe145d20f8b250с3da4.pdf> (дата обращения: 21.02.2022). — Текст: электронный.

7. Коршунов, Г.И. Исследование влияния степени метаморфизма и физико-химических свойств добываемых углей на смачиваемость образующейся пыли / Г.И. Коршунов, А.В. Корнев, А.Х. Ерзин, А.М. Сафина. — Текст: непосредственный // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). — 2015. — № 1 (Специальный выпуск №6). — С. 3—10.
8. Медведева, Г.Н. Оценка профессионального риска от воздействия на работников вредных и опасных факторов производственной среды / Г.Н. Медведева, А.М. Завьялов, В.В. Самойлов. — Текст: непосредственный // Проблемы безопасности российского общества. — 2020. — №4. — С. 62—66.
9. Сачкова, О.С. Вопросы обеспечения экологической безопасности и охраны труда при перевозке угля железнодорожным транспортом / О.С. Сачкова, В.В. Самойлов. — Текст: непосредственный // Наука и техника транспорта. — 2020. — №4. — С. 94—97.
10. Сорокина, Е.А. Мероприятия по улучшению условий труда мойщиков-уборщиков, работающих на ручной обмывке вагонов путём компенсаций причиняемого вреда / Е.А. Сорокина, В.А. Аксенов, О.С. Юдаева, Г.В. Голышева. — Текст: непосредственный // Вестник СГУПС. — 2018. — № 1(44). — С. 40—46.

СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ ЛОКОМОТИВНОЙ ТЯГИ



Д.В. Гречушникова



О.С. Сачкова

Рассмотрено современное санитарно-техническое оборудование питьевого обеспечения пассажиров, приведены его гигиенические характеристики. Результаты, полученные в ходе исследований, позволяют обеспечить безопасность пребывания в вагоне пассажиров и улучшить условия труда проводников.

Ключевые слова: система водоснабжения, пассажирский вагон локомотивной тяги, железнодорожный транспорт, кулер, пурифайер

Качество питьевой воды в системе водоснабжения пассажирских вагонов локомотивной тяги нормируется требованиями СанПиН 2.1.3-684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий».

Загрязнение питьевой воды в системе водоснабжения вагона может быть обусловлено биообрастанием в баке водоснабжения и трубопроводах. Также,

заправка водой бака водоснабжения без полного опорожнения водоналивных баков способствует накоплению осадков, что благоприятно влияет на рост микроорганизмов (в том числе и условно-патогенных).

В пассажирских поездах старого поколения использовалась система подготовки питьевой воды (СППВ), предназначенная для нагрева, охлаждения и обеззараживания питьевой воды.

Процесс водоподготовки выглядел следующим образом: вода из системы водоснабжения поступала в кипятильник непрерывного действия для нагрева и обеспечения возможности раздачи горячей воды, после чего горячая вода поступала в термоэлектрический охладитель и подвергалась последующему

Гречушникова Дария Викторовна, старший научный сотрудник лаборатории коммунальной гигиены и эпидемиологии отдела медико-биологических исследований ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт гигиены транспорта» (ВНИИЖГ Роспотребнадзора). Область научных интересов: охрана труда, техносферная безопасность. Автор трех научных работ.

Сачкова Оксана Сергеевна, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории коммунальной гигиены и эпидемиологии отдела медико-биологических исследований ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт гигиены транспорта» (ВНИИЖГ Роспотребнадзора), доцент кафедры «Техносферная безопасность» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: исследования полимерсодержащих материалов для железнодорожного транспорта, гигиеническая сертификация подвижного состава железнодорожного транспорта. Автор 186 научных работ, в том числе пяти монографий, четырех учебников и восьми учебных пособий. Имеет пять патентов на изобретения.

Апатцев Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор, советник при ректорате Российского университета транспорта (РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: организация и управление транспортными процессами. Автор около 200 научных и учебно-методических трудов.

ультрафиолетовому обеззараживанию с применением ртутной лампы. От данной схемы пришлось отказаться по причине ее колоссального энергопотребления и сложности конструкции, оставив кипятильник непрерывного действия.

С 2008 г. в пассажирских вагонах локомотивной тяги раздача горячей воды осуществлялась в кипятильниках непрерывного действия (далее — КНД) с комбинированным (электрическим и угольным) отоплением, а раздача питьевой воды охлажденной осуществлялась кулерами, рассчитанными на работу с емкостями объемом 19 л. КНД позволял отбирать только кипяченую воду ввиду отсутствия специальной системы водоподготовки.

При использовании КНД в вагонах проведен анализ технологической работы, выявивший следующие недостатки:

- отсутствие возможности раздачи охлажденной воды в соответствии с требованиями, предъявляемыми к качеству питьевой воды в части микробиологических показателей;
- необходимость ручного запуска и оперативного контроля работы КНД ввиду отсутствия возможности автоматического управления;
- отсутствие термоэкрана, защищающего пассажиров и обслуживающий персонал от ожогов в пути следования;
- возможность раздачи воды, не достигшей температуры кипения, т.е. не прошедшей термическую обработку в течение не менее 15 мин при температуре около 100°C.

При использовании кулеров проведен анализ технологической работы, выявивший следующие недостатки:

- высокая степень обсемененности воды в результате накопления микроорганизмов;
- экономическая неэффективность использования бутилированной воды при наличии собственной системы водоснабжения;
- отсутствие достаточного места для хранения емкостей объемом 19 л;
- приказ Минтруда РФ от 17.12.2002 №80 запрещал проводницам поднимать более 15 кг.

С 2019 г. с появлением новых, более совершенных технологий водоподготовки питьевой воды, в системе водоснабжения пассажирских вагонов локомотивной тяги применяются пурифайеры, которые объединили в себе функции КНД и кулеров, при этом значительно упростив конструкцию и снизив трудоемкость обслуживающего персонала благодаря автоматизации системы питьевого обеспечения вагона.

Установка обеззараживания и подготовки к раздаче питьевой воды (далее — пурифайер) предна-

значена для нагрева, охлаждения, обеззараживания и порционной раздачи питьевой воды пассажирам и обслуживающему персоналу пассажирских вагонов локомотивной тяги.

Пурифайер включает в себя два основных элемента: диспенсер и модуль.

На вагоне устанавливается один пурифайер, который размещается в рабочем коридоре напротив купе проводника. Питание подается при наличии протока воды. Вода подается потребителю через диспенсер пурифайера, имеющий два крана для раздачи горячей и холодной питьевой воды. Диспенсер пурифайера располагается на внешней стенке рабочего коридора вагона или на внешней стенке лестничной площадки нерабочего конца вагона. Диспенсер подключается к модулю через два штуцера, расположенных на задней стенке диспенсера. Диспенсер выполнен из нержавеющей стали. На диспенсере установлены нажимной кран горячей воды и нажимной кран холодной воды. Для подачи воды необходимо стаканом нажать на рычаг соответствующего крана. Вода к кранам диспенсера от модуля подводится при помощи гибких подводок.

Для доступа к внутреннему оборудованию модуля предусмотрен люк. Внутри модуля установлены: накопительный бак, бак холодной воды, бак горячей воды, компрессор, устройство обеззараживания. Корпус и люк для технического обслуживания модуля, накопительный бак, бак холодной воды и бак горячей воды выполнены из нержавеющей стали. Из системы водоснабжения вагона вода через самоочищающийся фильтр и электромагнитный клапан поступает в накопительный бак; открытие и закрытие электромагнитного клапана происходит по сигналам с поплавковых датчиков уровня, установленных в накопительном баке. Далее вода поступает в баки холодной и горячей воды (рисунок).

В баке холодной воды вода охлаждается при помощи испарителя и конденсатора, расположенных снаружи на задней стенке корпуса модуля. Из нижней части бака холодной воды вода попадает в устройство обеззараживания, где происходит ее обеззараживание и далее поступает к потребителю.

В баке горячей воды, оборудованном датчиками температуры, при помощи ТЭНП вода нагревается до требуемой температуры и далее поступает к потребителю.

ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора разработал программу и методику проведения санитарно-гигиенических испытаний пурифайера.

Программой испытаний предусматривались:

- проверка эффективности пурифайера по ГОСТ 31952-2012;



Рисунок. Гидравлическая схема питьевого водоснабжения вагона

- проверка степени обеззараживания воды путем сравнения исходного содержания бактерий в модельном растворе до и после обработки его в пурифайере;
- определение химических и индикаторных показателей, которые могут влиять на пропускную способность ультрафиолетового излучения;
- измерение уровня звука при работе пурифайера на соответствие требованиям СП 2.5.3650-20;
- соответствие пурифайера требованиям СП 2.5.3650-20 и возможность разрешения применения в пассажирских вагонах локомотивной тяги.

Для оценки эффективности пурифайера использовались модельные растворы, содержащие следующие загрязняющие компоненты: общее микробное число (ОМЧ), термотолерантные колиформные бактерии, общие колиформные бактерии, колифаги, энтерококки.

В процессе работы проведена оценка:

- эффективности обеззараживания искусственно зараженной воды на соответствие требованиям ГОСТ 31952-2012, МУК 4.2.1018-01, СанПиН 2.1.3684-21;
- показателей уровня звука при работе пурифайера на соответствие требованиям СП 2.5.3650-20;
- санитарно-химических исследований проб воды после прохождения через пурифайер на соответствие требованиям СанПиН 2.1.3684-21, МУК 2.1.4.2898-11 и Главы II Раздела 3 «Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к продукции, подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)».

Результаты исследований представлены в табл. 1–3.

По результатам проведенных исследований установлено:

- ОМЧ, термотолерантные колиформные бактерии, общие колиформные бактерии, колифаги, энтерококки — достигнут 100%-й эффект обеззараживания;
- уровень звука при работе пурифайера соответствует требованиям СП 2.5.3650-20;
- санитарно-химические исследования проб воды после прохождения через пурифайер соответствуют требованиям СанПиН 2.1.3684-21. Материалы, из которых изготовлен пурифайер, не оказывают отрицательного влияния на качество воды.

Пурифайер соответствует требованиям СП 2.5.3650-20 и разрешен к применению на железнодорожном транспорте.



Таблица 1

**Результаты определения и оценки качества питьевой воды после прохождения
через пурифайер по санитарно-химическим показателям**

Показатели	Единицы измерения	Нормативы СанПиН 2.1.3684-21, не более	Результаты исследований/соответствие			
			Питьевая вода, отобранная до прохождения через установку		Питьевая вода, отобранная после прохождения через установку	
			Показатели	Соответствие	Показатели	Соответствие
Запах	баллы	2	1	да	1	да
Привкус	баллы	2	1	да	1	да
Цветность	градусы	20	5	да	5	да
Мутность	ЕМФ (единицы мутности по формазину)	2,6	1,0	да	1,0	да
Водородный показатель (рН)	ед.	в пределах 6—9	6,8	да	6,8	да
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/дм куб.	1000	87	да	17	да
Жесткость общая	мг-экв/дм куб.	7,0	2,9	да	1,84	да
Перманганатная окисляемость	мг/дм куб.	5,0	4,58	да	3,76	да
Железо (суммарно)	мг/л	0,3	0,085	да	0,049	да
Марганец	мг/л	0,1	0,024	да	0,022	да
Медь	мг/л	1,0	0,001	да	0,001	да
Цинк	мг/л	5,0	0,082	да	0,071	да
Аммиак	мг/л	2,0	0,11	да	0,14	да
Нитраты	мг/л	45,0	33,8	да	30,2	да
Сероводород	мг/л	0,05	0,002	да	0,002	да
Хлориды	мг/л	350	26,2	да	24,2	да
Сульфаты	мг/л	500	13,1	да	12,5	да

Таблица 2

**Результаты определения и оценки качества питьевой воды после прохождения
через пурифайер по санитарно-микробиологическим показателям**

Определяемые показатели	Единицы измерения	Результаты исследований контрольной пробы	Результаты исследований проб воды из пурифайера	Величина допустимого уровня	НД на методы исследований
Энтерококки	—	не обнаружено в 100,0 мл	не обнаружено в 100,0 мл	не нормируется	МУК 4.2.1884-04
Колифаги	—	9	0	не нормируется	МУК 4.2.1018-01
Общее микробное число	—	28	0	не нормируется	МУК 4.2.1018-01
Общие колиформные бактерии	—	не обнаружено	не обнаружено	не нормируется	МУК 4.2.1018-01
Термотолерантные колиформные бактерии	—	не обнаружено	не обнаружено	не нормируется	МУК 4.2.1018-01

Таблица 3

Результаты измерений уровней звука при работе пурифайера

Условия проведения измерений	Уровни звукового давления, дБ, по октавным полосам со среднегеометрическими частотами, Гц, не более									Уровни звука, дБА, не более
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Нормативные уровни	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
Фоновый шум	51	42	37	36	36	36	36	37	37	43
Шум при работе установки	70	60	55	48	40	39	37	37	37	46

Литература

1. ГОСТ 31952-2012 Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методы ее определения = Water treatment for units. General requirements and methods of efficiency determination: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 декабря 2012 г. №1908-ст: введен впервые: дата введения 2014-01-01 / подготовлен обществом с ограниченной ответственностью «Протектор». — Москва: Стандартинформ, 2014. — Текст: непосредственный.
2. СП 2.5.3650-20. Санитарно-эпидемиологические правила. Санитарно-эпидемиологические требования к отдельным видам транспорта и объектам транспортной инфраструктуры. Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 16 октября 2020 года №30. — URL: www.pravo.gov.ru (дата обращения: 24.02.2022). — Текст: электронный.
3. МУК 4.2.1018-01. Методические указания. Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды: утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации — Первым заместителем министра здравоохранения Российской Федерации 9 февраля 2001 г.: дата введения 2001-07-01. — Москва, 2001. — Текст: непосредственный.
4. СанПиН 2.1.3684-21 Санитарно-эпидемиологические правила и нормы. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий: утвержден Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 28.01.2021: дата введения 2021-03-01. — URL: www.pravo.gov.ru (дата обращения: 24.02.2022). — Текст: электронный.
5. МУК 2.1.4.2898-11. Методические указания. Санитарно-эпидемиологические исследования (испытания) материалов, реагентов и оборудования, используемых для водоочистки и водоподготовки: утверждены Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации: дата введения 2011-07-12. — Москва, 2011. — Текст: непосредственный.
6. Вопросы санитарно-гигиенического обеспечения проезда пассажиров на железнодорожном транспорте/ Ж.В. Овечкина, А.А. Шарабан, О.С. Юдаева [и др.] . — Текст: непосредственный / Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Окружающая среда и здоровье. Молодые ученые за устойчивое развитие страны в глобальном мире», с международным участием (27–28 сентября 2012 года, г. Москва); под редакцией академика РАМН Ю.А. Рахманина. — Москва, 2012. — С. 254–258.
7. Овечкина, Ж.В. Обеспечение санитарно-гигиенической безопасности проезда пассажиров на железнодорожном транспорте/ Ж.В. Овечкина, О.С. Юдаева, Д.В. Гречушникова. — Текст: непосредственный // Материалы XI Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей; под редакцией академика РАМН профессора Г.Г. Онищенко, академика РАМН профессора А.И. Потапова. — Т.1. — Москва, 2012. — С. 609–612.

ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ БЕЗОПАСНОГО ДЫМОГАЗОНЕПРОНИЦАЕМОГО БАРЬЕРА ДЛЯ РАБОТНИКОВ



В.П. Сычев



А.Е. Можаров

Показаны системы бесперебойной подачи электроэнергии при пожаре и сохранение их работоспособности за счет применения огнестойких кабельных проходок. Проанализированы типы существующих противопожарных заделок кабельных проемов на российском рынке. Представлен вариант дымогазонепроницаемой огнестойкой заделки многократного применения, который сохранит время для эвакуации людей при пожаре.

Ключевые слова: огнестойкие кабельные проходки, пожарные отсеки, противопожарная преграда, блокировка огня и дыма при пожаре

Одной из причин возникновения пожара является нарушение технических параметров эксплуатации электрооборудования, когда силовые кабели перегреваются и возгораются. В аварийных режимах работы возгорание могут вызывать также дуговые, искровые разряды при коротком замыкании и частицы расплавленного и горящего металла. При возникновении пожара основная задача состоит в том, чтобы увести людей из опасной зоны и по возможности потушить пожар. Время эвакуации людей при возникновении пожара составляет от 30 до 90 мин [1]. С целью блокировки огня и дыма, возникающих при

пожаре, в соответствии с требованиями пожарной безопасности при проектировании и строительстве зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения, транспортных сооружений, объекты разбиваются на пожарные отсеки, формируя противопожарные преграды. Пожарные отсеки блокируют огонь и дым, не давая им распространиться за пределы отсека. Однако через любое помещение проходят инженерные линии, которые нарушают целостность, герметичность стены, пола, перекрытия и снижают пожарно-технические характеристики строительных конструкций (предел огнестойкости и класс пожарной опасности).

Сычев Вячеслав Петрович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Транспортное строительство» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: создание новых технологий и технических средств для повышения эффективности технического обслуживания железнодорожного пути. Автор более 100 научных работ. Имеет 20 патентов на изобретения.

Можаров Александр Евгеньевич, магистр по направлению «Строительство» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (МИИТ) (РОАТ РУТ (МИИТ)), главный инженер ООО «АЛЕКМО». Область научных интересов: противопожарная защита зданий и транспортных объектов. Автор двух научных работ.

Аксенов Владимир Алексеевич, доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой «Техносферная безопасность» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: технология транспортного машиностроения, ресурсосберегающие технологии на транспорте. Автор более 200 научных работ, в том числе четырех монографий, одного учебника и 14 учебных пособий.

Киселева Екатерина Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Техносферная безопасность» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: условия труда работников массовых профессий городских агломераций, профилактика травматизма, микротравмирование, профессиональные заболевания. Автор более 40 научных работ, в том числе трех учебных пособий и двух монографий.

С целью сохранения пожарно-технических характеристик строительных конструкций, нормами предписаны огнестойкие кабельные проходки.

Огнестойкая кабельная проходка — общепринятое название определенного отрезка кабельной трассы, который, следуя руководству по пожарной безопасности, не поддается горению в течение заявленного периода (30-60-90...150 мин и т.д.) [2]. Горение большинства марок кабеля, в том числе и так называемых огнестойких (сохраняющих свою работоспособность при пожаре) сопровождается высвобождением хлористого водорода, опасного для людей. В сочетании с влажностью воздуха, он создает концентрированную соляную кислоту, вызывая коррозию металлических частей электрооборудования. Огнестойкие кабельные проходки должны изолировать огонь внутри помещения (отсека), не позволяя ему распространиться в соседние помещения в проходе через перекрытия в вентиляционные отверстия, кабельные лотки и трубопроводы. Без герметизации проема огонь распространяется свободно по помещениям до прибытия спасателей и наносит значительный ущерб оборудованию, а также ставит под угрозу жизни людей.

Противопожарные кабельные проходки используются при пересечении кабельных линий через противопожарные стены, перегородки и перекрытия, отделяющие или выделяющие, в пределах одного здания, разные противопожарные отсеки или помещения различного функционального назначения, или лифтовый холл, или тамбур-шлюз, или выделенную лестничную клетку, или помещения электрощитовых, вентиляционных, складские помещения, серверные, архивы и пр. С целью предотвращения проникновения огня, дыма и газа в смежное помещение монтируют огнестойкие кабельные проходки. Сформированная заделка проема должна позволить провести замену и осмотр проходящих через стену или перекрытие кабелей и при этом не быть причиной распространения огня, дыма, угарного газа от очага возгорания и тем самым должна быть преградой для их распространения в другое помещение [3].

Ярким примером, который доказывает необходимость установки подобных конструкций, является пожар на Останкинской телебашне в 2000 г. Здесь телекоммуникационные линии были помещены в вертикальную шахту без ее разбивки на пожарные отсеки и заделки кабельных проемов в этих отсеках, что и способствовало быстрому распространению огня по кабельным линиям. Противопожарные проходки обеспечивают нераспространение горения кабелей и, как следствие, нераспространение пожара в соседнее помещение. Даже если при прокладке применяются огнестойкие кабельные линии, включающие огнеза-

щищенные несущие элементы кабельных систем и кабели с маркировкой нг-FR, необходима противопожарная заделка, которая должна обеспечить нераспространение огня и дыма за пределы помещения (отсека).

Противопожарная проходка должна быть сформирована так, чтобы при появлении дуговых или искровых зарядов, капель расплавленного металла, возникающих в аварийной ситуации, по поверхности заделки не могло распространиться пламя, чтобы можно было провести осмотр кабелей на предмет повреждения и при необходимости их заменить, а при подплавлении кабелей огонь, дым, угарный газ не смогли проникнуть в следующий отсек [4]. При этом необходимо, чтобы все время эвакуации людей из здания работали следующие системы бесперебойной подачи электроэнергии, обеспечивающие работу: систем пожарной сигнализации; установок пожаротушения; систем оповещения людей о пожаре; систем вентиляции и кондиционирования аварийной вентиляции; систем управления пожарным водопроводом; систем управления лифтами. Также к системам бесперебойной подачи электроэнергии должны быть отнесены и системы пожаротушения (такие как насосы спринклеров, механические системы дымоудаления, пожарные лифты). Все эти системы комплектуются кабелями, сохраняющими свою работоспособность при пожаре, так называемыми огнестойкими кабелями. По нормативным документам такие кабели должны сохранять работоспособность при температуре 750°C.

Во время испытания контролируется прохождение тока по проводнику, т.е. время до разрушения токопроводящей жилы (ГОСТ ИЕС 60331-1-2013). Кабели огнестойкие марки нг-FR должны выдерживать 180 мин. При этом не надо забывать, что оболочки кабелей, выполненные из пластикатов пониженной горючести (кремнийорганической резины или поливинилхлорида), которые плавятся, выделяют ядовитый дым и дают пробежки пламени. Поэтому для локализации огня, дыма и ядовитых газов даже при прокладке огнестойких кабелей необходимы противопожарные проходки [5].

В настоящее время на Российском рынке работают несколько типов огнестойких кабельных проходок. Это и заделки с использованием цементных растворов; с применением панелей или плит; мягкими подушками, уретановыми пеноблоками или трубками; пеной или шпатлевкой; заделки в комбинации плит, шпатлевок, пен и т.п., а также готовые модульные проходки.

1. Заделка с применением цементных растворов (например, сухая смесь марки Формула КП).



Рис. 1. Попадание цементного раствора на кабели при заделке

Достоинство. Заделка негорючая.

Недостатки. Необходимы подготовка проема и опалубка для заливки цементного раствора.

Невозможно применение в местах, где необходимы осмотр и замена кабелей.

Попадание цементного раствора при заливке на сами кабели и на металлические поверхности приводит к коррозии. В результате воздействия вибраций кабелей заделка может трескаться и крошиться, утрачивая и без того сомнительную герметичность, что позволит пройти огню и дыму по поверхности кабелей в смежное помещение. На рис. 1 показано попадание на кабели цементного раствора при заделке [6]. При очистке от цементного раствора кабели можно повредить.

2. Заделка из жестких панелей или плит (кальцево-силикатных, вермикулитовых, минераловатных). Плиты устанавливают в кабельный проем, попутно обработанный огнезащитной краской. Используются плиты Vulcan DP от ДКС, Промат, Техстронг и т.д.) (рис. 2).

Достоинство. Заделка негорючая и не может быть причиной для увеличения площади пожара.

Недостатки. При вибрации кабелей возможны трещины в плитах. Плиты, как правило, склонны к усадке при пожаре, что приводит к образованию щелей для проникновения огня и дыма в смежное помещение.

Необходима подготовка проема, т.е. выравнивание и отфактуривание поверхности проема. Этот тип заделки возможен только на тех объектах, где не предполагается замена кабелей.

3. Заделка подушками из стеклоткани с наполнением (рис. 3) фирмы Огракс, ДКС. Подушки PYROBAG от OBO BETTERMANN.

Достоинства. Такая заделка обеспечивает возможность замены кабелей.

Вариант удобен для горизонтальных стеновых проемов.

Недостатки. При вертикальном проеме требуется проволоочное ограждение (типа сетка), чтобы подушки держались. Необходима заделка стыковых соединений герметизирующим составом.

4. У фирм CFS-BL от Hilti и ДКС и OBO BETTERMANN имеются уретановые пеноблоки, ими, как и подушками, заделываются проемы, но на эти пеноблоки сверху также предусмотрен герметизирующий состав (рис. 4).

Достоинства. Этот тип проходок также можно применить на объектах, где необходима замена кабелей. В системе «Стоп-огонь» вместо уретановых пеноблоков применяются пенотрубки [7].

Недостатки. Необходима заделка стыковых соединений герметизирующим составом, как правило, силиконовым типа ЭП-071. Сами пеноблоки выполняются из силиконовой (кремнийорганической) резины.

Герметизирующий состав и сами пеноблоки могут являться причиной распространения пламени и дыма по помещению при аварийной ситуации с электрооборудованием, что ухудшает условия эвакуации людей.

5. Заделка в виде полиуретановых пен или мастик продукции компании Hilti, фирмы ДКС и OBO BETTERMANN (рис. 5).

Внутреннее заполнение выполняется минераловатным утеплителем и далее заливается противопожарной пеной полиуретановой типа монтажных.

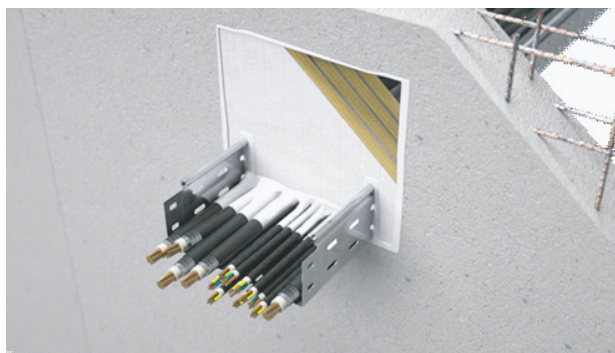


Рис. 2. Внешний вид заделки проемов с применением плит

Достоинства. Удобно работать. Нет необходимости готовить проем.

Недостатки. Противопожарная пена при пожаре дымит, возможны пробежки пламени при аварийных ситуациях с электрооборудованием, может быть причиной увеличения площади пожара, появления в помещении сильного дыма, что ухудшает условия эвакуации людей.

6. Проходки модульные (фирма Roxtec и CFS-T от Hilti).

При модульной проходке каждый кабель уплотняется отдельным модулем. Уплотнительные модули имеют форму квадратного параллелепипеда. Корпус выполнен из стеклопластика, внутри модуля уложены вспучивающиеся слои уретановых пластин, удаляя которые можно подобрать диаметр уплотняемого кабеля (рис. 6) [8].

Достоинства. Технология позволяет уплотнять кабели в большом диапазоне диаметров (от 3 до 96 мм), используя стандартные компоненты. Модули укладываются в стальные рамы, где ряды модулей разделяются стальными пластинами и уплотняются

компрессионным блоком. С завинчиванием натяжных болтов компрессионного блока уплотнительные модули сдавливаются, плотно обжимая кабель.

Возможно применение модульных проходок при смене кабелей, снимая и дополняя внутренние пластины, которыми наполнены модули. Такая проходка не требует верхнего огнезащитного покрытия.

Недостатки. Требуется сложная подготовительная работа для установки: необходимо заранее выровнять и отфактурить кабельный проем под размер блока, установить стальные рамы для крепления каждого блока и стальные пластины для разделения блоков [9]. Рамы и пластины должны быть покрыты антикоррозийным огнезащитным составом.

По российским нормам все противопожарные преграды, через которые проложены огнестойкие проходки (испытанные по ГОСТ 53310-2009), должны иметь класс пожарной опасности К0 (ГОСТ 30244 -94, негорючие), что легко проверить, поднеся горящую зажигалку к преграде и сформированному кабельному проему, конечно, как можно дальше от самого кабеля. Для герметизации кабельных проемов объ-



Рис. 3. Заделка с применением подушек

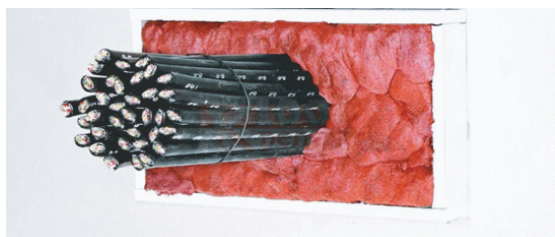


Рис. 5. Заделка с помощью полиуретановых пен



Рис. 4. Заделка с применением пеноблоков и герметизирующего состава

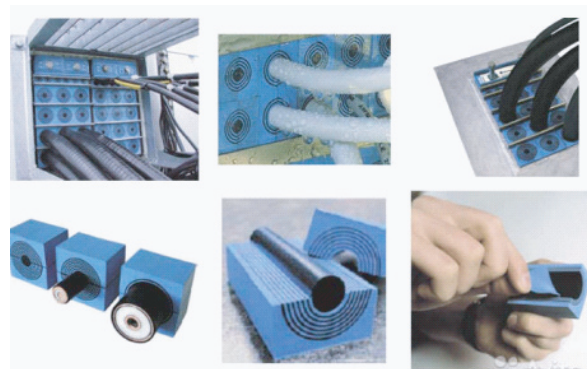


Рис. 6. Модульные кабельные проходки

ектов железнодорожного транспорта применяется система огнестойкая Ферум-Пласт (рис. 7). В настоящее время система Ферум-Пласт сертифицирована и эксплуатируется на объектах Московского метрополитена и многих выстроенных жилых зданиях. Ферум-Пласт — огнестойкая кабельная проходка многоразового использования, не снижающая класс пожарной опасности противопожарной преграды, т.е. возникающие в аварийной ситуации искровые разряды и брызги расплавленного металла погаснут на поверхности проходки.

Ферум-Пласт — эластичная герметизирующая композиция с высокой адгезией как к бетону, так и к металлу, сохраняющая свою эластичность при температуре эксплуатации от -60 до $+120^{\circ}\text{C}$, что позволяет выдерживать деформации при вибрации кабелей, а также в стыках и швах при различных температурах без каких-либо клеевых соединений (рис. 8). Такая конструкция заделки любого проема, включая деформационные швы, обеспечивает предотвращение распространения огня и продуктов горения в подземных коллекторах, зданиях и сооружениях промышленного и гражданского назначения, включая объекты АЭС, РЖД и метрополитена [10].

Достоинства. Нет необходимости готовить кабельный проем или любую другую щель, обладает хорошей адгезией, является антикоррозийной. Эластичность мастики позволяет провести осмотр кабелей и при необходимости произвести их замену. Сформированная кабельная проходка не может быть причиной распространения огня и дыма в помещении, по причине своей негорючести. Дымогазонепроницаемость проема обеспечивается двойным терморасширением композиции [11]. Первое

терморасширение происходит при достижении 120°C , а второе терморасширение — при 150°C . Щели, образующиеся при подплавлении кабелей, закрываются терморасширением Ферум-Пласт, попавшие капли расплавленного металла, дуговые и искровые разряды, возникающие при коротком замыкании гаснут на поверхности сформированного проема. Второе терморасширение (при 150°C), позволяет задерживать огонь и дым, а также другие продукты горения от кабелей, не увеличивая при этом площадь возникшего пожара. На рис. 9 показаны кабельный коллектор и заделка проемов Ферум-Пласт, а также схема применения Ферум-Пласт в деформационных швах железобетонных конструкций. На рис. 10 показан пример герметизации стыков железобетонных конструкций технологией с применением Ферум-Пласт.

Огнестойкая система Ферум-Пласт может устанавливаться на объектах с пожароопасными и взрывоопасными зонами. К таковым относятся офисные и производственные объекты, перерабатывающие предприятия, логистические и складские помещения, АЭС, объекты газового хозяйства, военные объекты, объекты нефтяного сектора, транспортные объекты, включая железнодорожные посты ЭЦ, ДЦ, ГАЦ и транспортные тоннели, подвижной состав и т.п. [12;14].

В настоящее время система Ферум-Пласт применяется на станциях Московского метрополитена «Котельники», «Печатники» и «Кленовый бульвар», на объекте Кожуховской линии от станции «Авиамоторная» до станции «Некрасовка», от станции «Косино» до станции «Нижегородская», на участках БКЛ Московского метрополитена от станции «Каширская» до станции «Карачаровская» [13].



Рис. 7. Внешний вид системы Ферум-Пласт



Рис. 8. Технология заделки проема системой Ферум-Пласт

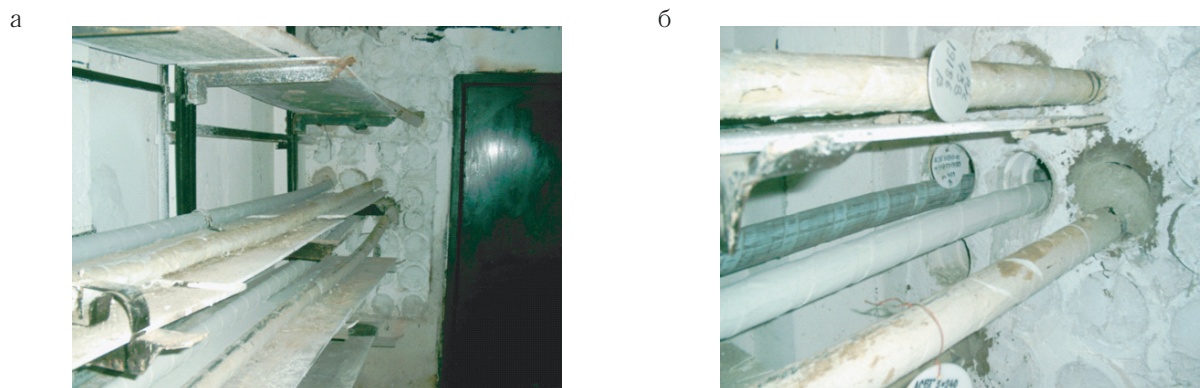


Рис. 9. Кабельный коллектор (а) и заделка проемов системой Ферум-Пласт (б)



Рис. 10. Пример герметизации стыков железобетонных конструкций системой Ферум-Пласт

Заключение

Для поддержания работы систем бесперебойной подачи электроэнергии во время пожара недостаточно контролировать только прохождение тока по проводнику, в частности, кабели, даже с индексом нг-FR при пожаре выделяют дым и ядовитый газ и подплавляются. Поэтому целесообразно герметизацию проемов при прокладке кабельных сетей через противопожарные преграды, а также герметизацию щелей и стыков (деформационных швов) на объектах железнодорожного транспорта выполнять с применением системы Ферум-Пласт. 

Литература

1. Российская Федерация. Законы. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22 июля 2008 года №123-ФЗ (с изменениями на 30 апреля 2021 года): принят Государственной Думой 4 июля 2008 года: одобрен Советом Федерации 11 июля 2008 года. —Москва, 2008. —Текст: непосредственный.
2. ГОСТ 53310-2009. Проходки кабельные, вводы герметичные и проходы шинопроводов. Требования пожарной безопасности. Методы испытания на огнестойкость = Through penetration for cables, hermetic inputs and through penetration of electric current types. Requirements of fire safety. Fire resistance test methods: национальный стандарт Российской Федерации :издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 февраля 2009 г. №86-ст: введен впервые: дата введения 2014-01-01/ разработан Федеральным государственным учреждением «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны» (ВНИИПО) МЧС России. —Москва: Стандартинформ, 2009. —Текст: непосредственный.
3. ГОСТ 31565-2012. Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности = Cable products. Requirements of fire safety: национальный стандарт Российской Федерации: национальный стандарт Российской

Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2012 г. №1097-ст: введен впервые: дата введения 2014-01-01: подготовлен Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении» (ВНИИНМАШ). — Москва: Стандартинформ, 2019. — Текст: непосредственный.

4. ТР ЕАЭС 043/ 2017. Технический регламент Евразийского экономического союза «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения»: принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 23 июня 2017 года №40. — Москва. — URL: [http .www.eaeunion.org](http://www.eaeunion.org) (дата обращения: 10.03.2022). — Текст: электронный.

5. ГОСТ 30403-2012. Конструкции строительные. Метод испытания на пожарную опасность Метод испытания на пожарную опасность = Building structures. Fire hazard test method: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2012 г. №2021—ст: дата введения 2014-01-01/ разработан Центральным научно-исследовательским институтом строительных конструкций имени В.А.Кучеренко (ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко) — институтом ОАО «НИЦ «Строительство» совместно с Федеральным бюджетным государственным учреждением “Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны» (ФБГУ «ВНИИПО» МЧС России). — Москва, 2014. — Текст: непосредственный.

6. ТР-005-2016. Технологический регламент по заделке универсальных кабельных проходок системой Ферум-Пласт.

7. ТР ТС 001/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности железнодорожного подвижного состава» (с изменениями на 9 декабря 2011 г.) / принят решением Комиссии Таможенного союза от 15 июля 2011 г. №710. — Москва, 2011. — Текст: непосредственный.

8. ТР ТС 003/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта» (с изменениями на 9 декабря 2011 г.) / принят решением Комиссии Таможенного союза от 15 июля 2011 г. №710. — Москва, 2011. — Текст: непосредственный.

9. ТР ТС 002/2011 «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта» (с изменениями на 9 декабря 2011 г.) / принят решением Комиссии Таможенного союза от 15 июля 2011 г. №710. — Москва, 2011. — Текст: непосредственный.

10. Шепитько, Г.Е. Определение вероятности пожаров на объектах инфраструктуры железных дорог / Г.Е. Шепитько, В.П. Сычев. — Текст: непосредственный // Внедрение современных конструкций и передовых технологий в путевое хозяйство: 10-я Всероссийская научно-практическая конференция. — Москва: Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II, 2016. — Т.10, №10-(10). — С. 101—104.

11. Защита строительных металлических конструкций огнезащитными составами / А.В. Сычева, А.А. Локтев, А.Е. Можаров, В.П. Сычев. — Текст: непосредственный // Наука и техника транспорта 2018. №2. — С. 89—93.

12. Сычёва, А.В. Современные огнезащитные материалы для строительства объектов инфраструктуры железных дорог / А.В. Сычёва, А.Е.Можаров. — Текст: непосредственный // Путь и путевое хозяйство. — 2018. — № 9. — С. 21—23.

13. Бондаренко, С.А. Требования к нормативно-технической документации по содержанию путей необщего пользования и эксплуатируемого на них технологического оборудования на железнодорожном ходу / С.А. Бондаренко, В.П. Сычев. — Текст: непосредственный // Внедрение современных конструкций и передовых технологий в путевое хозяйство: Транспортная инфраструктура промышленных предприятий. По итогам 13-й внеочередной научно-практической конференции 20—21 ноября 2018 г. — Москва: Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II, 2018. — Т.13, №13(13). — С. 7—10.

14. Аксёнов, В.А. Основы обеспечения пожарной безопасности: учебное пособие / В.А. Аксёнов, В.К. Васин, Е.А. Сорокина. — Москва: РУТ (МИИТ).РОАТ, 2019. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). — Формат pdf. — ISBN 978-5- 7473 -0996 -8. — Текст: электронный. Зарегистрировано в Информрегистре №0321903-140 от 23.10.2019.

15. Огнезащитные материалы ФЕРУМтм: [сайт], 2022. — URL: <https://ferumlab.ru/produktyi/dlya-kabelnyix-prohodok/ferum-plast/> (дата обращения: 15.03.2022). — Текст: электронный.

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА РАБОТНИКОВ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

Представлены результаты анализа производственного травматизма работников Московского метрополитена. Приведены основные случаи и виды происшествий, которые повлияли на получение травм работниками за период с 2016 по 1 квартал 2021 гг. Даны предложения по повышению безопасности труда работников.

Ключевые слова: метрополитен, охрана труда, производственный травматизм, концепция «Нулевого травматизма»



А.М. Завьялов



Е.Е. Нотченко

Московский метрополитен — неотъемлемая часть транспортной системы Москвы, на долю которой приходится около 56% перевозок пассажиров среди всех предприятий городского транспорта столицы. Из-за большого пассажиропотока и сложной системы инженерных сооружений, Московский метрополитен является транспортным объектом повышенной опасности.

Для осуществления заданных объемов перевозок пассажиров с обеспечением бесперебойного и безопасного движения поездов, в метрополитене трудится около 67 тыс. человек, для которых необходимо обеспечивать безопасные условия труда.

Наиболее травмоопасными работами занимаются структурные подразделения, которые отвечают за перевозку пассажиров (служба подвижного состава) и за текущее содержание инфраструктуры метропо-

литена в работоспособном состоянии: служба пути и искусственных сооружений, служба пассажирских обустройств, эскалаторная служба, служба электрооборудования, электромеханическая служба, служба сигнализации, централизации и блокировки, клининговый центр.

При проведении работ все вышеперечисленные службы сталкиваются с производственным травматизмом. Для создания и контроля работы по осуществлению в метрополитене государственной политики в области охраны труда, профилактической работы по предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний, а также работы по улучшению условий труда была создана Служба охраны труда. Задача состоит в том, чтобы не только свести к минимуму производственный травматизм, но и сформировать у работников понимание важно-

Завьялов Антон Михайлович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Техносферная безопасность» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: обеспечение надежности и безопасности железнодорожного транспорта. Автор 59 научных работ, в том числе одной монографии.

Нотченко Елена Евгеньевна, аспирант кафедры «Техносферная безопасность» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: безопасность производственных процессов на транспорте. Автор одной научной работы.

сти заботы о собственной безопасности и здоровье, замотивировать их на безопасный труд.

В 2016 г. был разработан и утвержден стандарт организации «Система управления охраной труда в ГУП «Московский метрополитен» СТО 60.21.23-НБТ-02 для формирования единой системы управления охраной труда в структурных подразделениях Московского метрополитена. Данный стандарт направлен на создание здоровых и безопасных условий труда [1].

Проанализировав данные производственного травматизма с 2016 по 1 квартал 2021 гг. (рис. 1), можно отметить, что несмотря на проводимую работу по снижению уровня производственного травматизма увеличилось количество пострадавших работников.

В основном, работники получают легкие травмы, либо подвергаются микротравматизму. Однако, не исключены случаи получения тяжелых травм.

Основными причинами получения травм работниками являются нарушение технологического процесса производства работ, несоблюдение требований инструкции по охране труда, личная неосторожность (рис. 2, 3).

В работе [2] приведены данные о производственном травматизме в ГУП «Петербургский метрополитен» и МУП «Екатеринбургский метрополитен». Отмечены такие причины возникновения несчастных случаев как:

- нарушение требований безопасности при эксплуатации транспортных средств;
- личная неосторожность пострадавшего;
- неудовлетворительная организация производства работ;
- травмирование вследствие ДТП;
- неправильное распределение нагрузки пострадавшим при выполнении погрузочно-разгрузочных работ;
- неудовлетворительное техническое состояние зданий, сооружений, территорий;
- взрыв в вагоне метро;
- нанесение телесных повреждений посторонним лицом;
- нарушение работником трудового распорядка и дисциплины труда;
- нервно-психологические перегрузки;
- неудовлетворительное содержание и недостатки в организации рабочих мест;
- укусы животного;
- несоблюдение пострадавшим режима труда и отдыха.

Анализ показывает, что в большинстве случаев травматизма на производстве основной причиной является человеческий фактор.

По мнению авторов, есть ряд современных направлений совершенствования системы управления охраной труда, которые позволяют снижать риски трав-

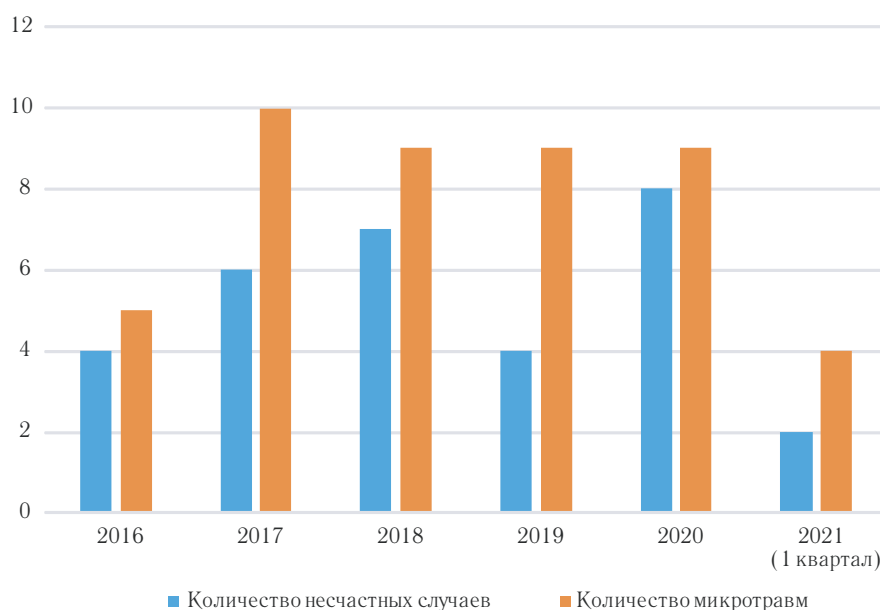


Рис. 1. Динамика производственного травматизма в Московском метрополитене за период 2016–2021 гг.



Рис. 2. Причины несчастных случаев за период 2016–2021 гг.



Рис. 3. Причины микротравматизма за период 2016–2021 гг.

матизма, связанные с влиянием человеческого фактора.

Постепенно в систему управления охраной труда в России внедряется концепция «Нулевого травматизма» (Vision Zero) [3], которая была разработана Международной ассоциацией социального обеспечения и запущена в Сингапуре 4 сентября 2017 года на XXI Всемирном конгрессе по безопасности и гигиене труда. Данная концепция направлена на снижение несчастных случаев и профессиональных заболева-

ний на производстве. В основе — осознанная деятельность всех участников производственного процесса, начиная от собственника предприятия и заканчивая работниками, с целью предотвратить любые несчастные случаи на производстве.

Vision Zero основана на семи правилах, которые также называют семь «золотых правил» концепции «Нулевого травматизма».

В той или иной степени организации используют вышеуказанные правила, но применение их в сово-

купности позволяет существенно повысить уровень охраны труда. ОАО «РЖД», как социально ответственная компания, одна из первых приняла данную концепцию. Результаты анализа случаев производственного травматизма за период 2016–2020 гг. показывают устойчивую отрицательную динамику (рис. 4).

Метрополитен начинает свою работу в рамках концепции «Нулевого травматизма». Разрабатываются программы по организации безопасных методов работы, усиливается контроль за проведением инструктажей и обеспечением работников средствами индивидуальной защиты, проводится обучение работников рабочих профессий и руководителей среднего звена современным подходам к обеспечению безопасности труда.

Анализ правил, представленных в концепции, дает возможность их обобщить и выделить несколько

направлений развития системы управления охраной труда (рис. 5).

В рамках данных направлений авторы определили конкретные, приоритетные задачи, которые решаются в настоящее время.

1. Совершенствование внедряемой системы управления профессиональными рисками [6;7]:

- учет результатов работы новых инструментов управления охраной труда при оценке профессиональных рисков;
- внедрение экспертных методов оценки и анализа рисков на линейном уровне.

2. Развитие профессиональных компетенций [8] в рамках:

- высшего образования;
- дополнительного профессионального образования.



Рис. 4. Динамика производственного травматизма в ОАО «РЖД» за период 2016–2020 гг.



Рис. 5. Схема обобщения правил концепции «Нулевого травматизма»

3. Реализация психофизиологического обеспечения, а именно проведение [9,10]:

- психофизиологического профессионального отбора;
- периодического психофизиологического обследования.

4. Повышение культуры безопасности труда (развитие компетенций руководителей среднего звена в области обеспечения безопасности производственных процессов).

Успешное решение поставленных задач позволяет снизить влияние человеческого фактора на возникновение несчастных случаев и повысить безопасность производственных процессов транспортной отрасли.



Литература

1. Куллик, И.Ю. Анализ эффективности функционирования системы управления охраной труда в Московском метрополитене / И.Ю. Куллик, А.М. Завьялов. — Текст: непосредственный // Проблемы безопасности российского общества. — 2020. — №1(29). — С. 8—15.

2. Самарская, Н.А. Исследование условий труда и разработка предложений по регламентации требований безопасности при проведении работ в метрополитене / Н.А. Самарская, С.М. Ильин. — Москва: Первое экономическое издательство, 2020. — 288 с. — ISBN 978-5-91292-298-5. — DOI 10.18334/9785912922985. — Текст: непосредственный.

3. Анализ направлений развития системы управления охраной труда на транспорте / О.С. Локтева, А.А. Локтев, А.М. Завьялов, А.В. Семочкин. — Текст: непосредственный // Наука и техника транспорта. — 2021. — №1. — С. 68—72.

4. Самарская, Н.А. Разработка предложений по обеспечению безопасных условий труда работников метрополитена / Н.А. Самарская, С.М. Ильин. — Текст: непосредственный // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей XXII Международной научно-практической конференции, Пенза, 15 апреля 2019 года. — Пенза: «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г.Ю.), 2019. — С. 155—157.

5. Исследование и разработка системы управления профессиональными рисками в целях реализации нулевого травматизма в хозяйстве пути / Н.М. Иосифова, А.В. Пахтусов, Е.Н. Попова, А.М. Завьялов. — Текст: электронный // Техносферная безопасность городских агломераций: Сборник международной школы-конференции, Москва, 14—16 декабря 2020 года. — Москва: Российский университет транспорта, 2021. — 1 CD-ROM. — С. 260—263. — Формат pdf, 559 с. — ISBN 978-5-7473-1085-8.

6. Аксенов, В.А. Оценка результатов внедрения методики оперативной оценки профессиональных рисков для работников производственных участков вагонного хозяйства / В.А. Аксенов, В.С. Косякин, А.М. Завьялов. — Текст: непосредственный // Наука и техника транспорта. — 2020. — №1. — С. 104—107.

7. Метод оценки профессиональных рисков в структурных подразделениях железнодорожного транспорта / В.А. Аксенов, А.М. Завьялов, Ю.В. Завьялова, И.Н. Синякина. — Текст: непосредственный // Техносферная безопасность, надежность, качество, энерго- и ресурсосбережение: материалы 21 Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 09—13 сентября 2019 года. — Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2019. — С. 88—94.

8. Основные направления совершенствования системы подготовки кадров, обеспечивающих безопасность производственных процессов / В.И. Апатцев, В.А. Аксенов, Д.Л. Раенок, А.М. Завьялов. — Текст: непосредственный // Наука и техника транспорта. — 2014. — №1. — С. 93—97.

9. Долгополов, С.В. Возможность снижения человеческого фактора за счёт развития профессиональных психофизиологических качеств работников / С.В. Долгополов, А.М. Завьялов. — Текст: электронный // Техносферная безопасность городских агломераций: Сборник международной школы-конференции, Москва, 14—16 декабря 2020 года. — Москва: Российский университет транспорта, 2021. — 1 CD-ROM. — С. 129—135. — Формат pdf, 559 с. — ISBN 978-5-7473-1085-8.

10. Локтева, О.С. Снижение влияния человеческого фактора на основе определения эмоционального состояния работника путем обработки его изображений / О.С. Локтева, А.М. Завьялов, Д.А. Локтев. — Текст: непосредственный // Наука и техника транспорта. — 2021. — №2. — С. 95—100.

Уважаемые авторы!

Редакция журнала «Наука и техника транспорта» просит представлять оригиналы статей, оформленные в соответствии с нижеперечисленными требованиями:

1. Рекомендуемый объем: 5–10 стр.
2. Материалы представляют в бумажном и электронном вариантах на компакт-дисках, набранные в текстовых редакторах MS Word для Windows.
3. Файл — в формате DOC, DOCX или RTF.
4. Формат страницы — A4 (210x297 мм), при этом левое, верхнее и нижнее поля должны быть не менее 20 мм, а правое поле — не менее 10 мм, ориентация страниц книжная.
5. Шрифт Times New Roman (Сур), размер шрифта 14 pt, межстрочный интервал — полуторный, выравнивание текста по ширине, автоматический перенос, для разметки документа рекомендуется использовать стили текста (назначить нужные стили можно выбрав меню **Формат → Стил...**). В тексте не должно быть двойных пробелов и двойных абзацев (пустых строк). Все необходимое форматирование (например, расстояние между разделами) можно задавать с помощью тех же стилей, просто установив для стиля заголовка отступы (отбивки) перед и после абзаца.
6. Латинские буквы и простые однострочные формулы вида $A_r = B^2 + CD^2$ набирают прямо в строке MS Word; для вставки одиночных специальных символов, таких как $\leq$, $\geq$, $\pm$, ∞ , $\cup$, $\cap$, $\rightarrow$ и другие, а также греческих букв используется команда меню **Вставка → Символ...** (используемый шрифт Symbol). Многострочные сложные формулы, формулы с дробями, корнями, матрицы, векторы, системы уравнений и прочие помещают в документ как объект Microsoft Equation или Math Type 5 (**Вставка → Объект...**). Не допускается делить одну формулу на несколько объектов или часть формулы набирать в строке, а часть ее помещать как объект.
7. Любые таблицы набирают непосредственно в MS Word (команда меню **Таблица → Добавить → Таблица...**), либо в тексте дают заголовок таблицы, а таблицу — отдельным файлом MS Excel. Не допускается набор таблиц в тексте с разделением пробелами или табуляцией и сеткой сделанной инструментами рисования, а также помещение в документ Word'a таблиц Excel.
8. Изображения принимаются в форматах:
 - для фото *.tif (без сжатия или LZW) или *.jpg

(с максимальным качеством), в разрешении 300 dpi при печатном размере;

- для рисунков, схем, графиков *.tif, *.jpg, *.bmp, *.gif, *.eps, MS Visio, Corel Draw, Adobe Illustrator (все надписи должны быть переведены в кривые).

Каждое изображение должно быть представлено отдельным файлом. Если нет возможности качественно отрисовать или отсканировать имеющееся изображение, просьба предоставить оригинал (можно от руки).

9. Допускается включение в текст диаграмм, схем и графиков, в том числе выполненных средствами MS Word, при этом рисунок должен быть помещен в текст как объект.

10. К тексту статьи отдельным файлом прилагают аннотацию (4–7 строк), ключевые слова (5–8 слов) и указывают шифр научной специальности.

11. Необходимо представить следующую информацию об авторах:

- фамилия, имя, отчество;
- ученая степень, звание;
- почетные звания, участие в академиях, сведения о наградах;
- место работы (почтовый индекс, адрес, номера контактных телефонов);
- должность;
- область научных интересов (направление исследований);
- общее количество научных работ;
- количество монографий;
- количество учебников;
- количество патентов.

12. В отдельном файле в цифровом виде следует приложить качественные цветные фотографии авторов размером не менее 400x600 пикселей (см. требования к предоставляемым фото) или, при отсутствии цифровых, фотоснимки на глянцевой бумаге.

13. После рецензирования и проверки рукописи в системе «Антиплагиат» автору(ам) предоставляется Лицензионный договор (в 2-х экз.) с целью его подписания.

14. Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Уважаемые читатели!

Редакция с благодарностью примет предложения по повышению эффективности работы журнала и по улучшению его дизайна.