

МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 51 : 621.891 + 06

DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_8

*К. С. Ахвердиев, В. В. Василенко, Е. О. Лагунова***РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ УПОРНОГО ПОДШИПНИКА С ПЛАВКИМ ПОКРЫТИЕМ ПОЛЗУНА И ПОРИСТЫМ ПОКРЫТИЕМ НАПРАВЛЯЮЩЕЙ**

Аннотация. В работе приводится расчетная модель малогабаритного упорного подшипника. Рассматривается работа подшипника, одновременно смазываемого расплавом покрытия адаптированной рабочей поверхности ползуна, а также жидким смазочным материалом, разделяющим поверхности ползуна и направляющей. Предполагается, что расплав и жидкий смазочный материал, разделяющий поверхности ползуна и направляющей, обладают разными вязкостями, что обуславливает наличие стратифицированного движения двух несмешивающихся жидкостей в смазочном слое. Исходными базовыми уравнениями являются: уравнение течения вязкой несжимаемой жидкости, уравнения неразрывности, а также уравнение, описывающее расплавленный контур ползуна. В результате найдено точное автомодельное решение рассматриваемой задачи и получены аналитические выражения для основных рабочих характеристик. Дана оценка влияния на рабочие характеристики подшипника вязкостных отношений слоев, а также параметров, обусловленных наличием смазывания расплавом и пористого слоя на поверхности направляющей.

Ключевые слова: металлическое покрытие, пористое покрытие, учет податливости опорной поверхности ползуна, гидродинамический режим, расплавленный контур направляющей.

Для цитирования: Ахвердиев, К. С. Расчетная модель упорного подшипника с плавким покрытием ползуна и пористым покрытием направляющей / К. С. Ахвердиев, В. В. Василенко, Е. О. Лагунова // Вестник РГУПС. – 2021. – № 3. – С. 8–17. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_8.

*K. S. Akhverdiev, V. V. Vasilenko, E. O. Lagunova***DESIGN MODEL OF A THRUST BEARING WITH A SLIDER FUSIBLE COATING AND A GUIDE POROUS COATING**

Abstract. The paper presents a design model of a small-sized thrust bearing. The paper considers the operation of a bearing that is simultaneously lubricated by the melt of the coating of the adapted working surface of the slide as well as by the liquid lubricant separating the surfaces of the slide and the guide. It is assumed that the melt and the liquid lubricant separating the surfaces of the slide and the guide have different viscosities, which leads to the presence of a stratified motion of two immiscible liquids in the lubricating layer. The initial basic equations are: the equation of the flow of a viscous incompressible fluid, the continuity equations, as well as the equation describing the molten contour of the slider. As a result, an exact self-similar solution of the problem under consideration was found and analytical expressions for the main performance characteristics were obtained. An assessment is given of the influence of the viscosity ratios of the layers on the bearing performance, as well as the parameters due to the presence of melt lubrication and a porous layer on the surface of the guide.

Keywords: metal coating, porous coating, consideration of the pliability of the support surface of the slider, hydrodynamic mode, molten contour of the guide.

For citation: Akhverdiev, K. S. Design model of a thrust bearing with a slider fusible coating and a guide porous coating / K. S. Akhverdiev, V. V. Vasilenko, E. O. Lagunova // Vestnik RGUPS. – 2021. – № 3. – P. 8–17. – DOI: 10.46973/0201-727X_2021_3_8.

Сведения об авторах**Ахвердиев Камил Самедович**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Высшая математика»,
доктор технических наук, профессор,
e-mail: vm@rgups.ru

Василенко Владимир Владимирович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Высшая математика»,
аспирант,
e-mail: vvv_voen@rgups.ru

Лагунова Елена Олеговна

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Высшая математика»,
доцент, кандидат технических наук,
e-mail: elagunova@yandex.ru

Information about the authors**Akhverdiev Kamil Samedovich**

Rostov State University of Railway Transport (RSTU),
Chair «Higher Mathematics»,
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
e-mail: vm@rgups.ru

Vasilenko Vladimir Vladimirovich

Rostov State University of Railway Transport (RSTU),
Chair «Higher Mathematics»,
postgraduate student,
e-mail: vvv_voen@rgups.ru

Lagunova Elena Olegovna

Rostov State University of Railway Transport (RSTU),
Chair «Higher Mathematics»,
Professor, Candidate of Technical Sciences,
e-mail: elagunova@yandex.ru

УДК 656.1/.5 + 06

DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_18

*С. Б. Джахьяева, М. С. Турпищева, Е. В. Климова***МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ НАГРУЖЕНИЯ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ПЕРЕГРУЗКЕ УЗЛОВ ВЕТРОДВИГАТЕЛЕЙ**

Аннотация. Проблема безопасности подъемно-транспортных средств, участвующих в создании ветроэнергодпарков, при решении глобальной проблемы перехода на возобновляемые источники энергии является актуальной и требует соответствующих проектных и технологических решений. Критерием принятия таких решений согласно федеральным законам Российской Федерации являются параметры безопасности и риска. Обеспечение надежности и безопасности процесса перегрузки лопастей ветроэнергодвигателей двумя кранами, уменьшение риска аварий и экономических потерь, определение величины приемлемого риска является задачей проектирования технологии проведения операции. Риск-анализ позволяет систематизировать подход к исследованию опасностей, связанных с эксплуатацией машинного оборудования. Практический расчет риска аварийного отказа подъемно-транспортных средств – падения лопасти при перегрузке двумя кранами позволяет получить количественные показатели риска: вероятность опасного события и принять решение о возможности реализации запланированных мероприятий.

Ключевые слова: лопасти ветроэнергодвигателей, дерево отказов, риск-анализ, подъемно-транспортные средства, порталные краны, событийный анализ, авария

Для цитирования: Джахьяева, С. Б. Моделирование процессов нагружения подъемно-транспортных средств при перегрузке узлов ветродвигателей / С. Б. Джахьяева, М. С. Турпищева, Е. В. Климова // Вестник РГУПС. – 2021. – № 3. – С. 18–25. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_18.

*S. B. Dzhakhiaeva, M. S. Turpisheva, E. V. Klimova***MODELING OF LOADING PROCESSES OF LIFTING VEHICLES WHEN OVERLOADING WIND ENGINE UNITS**

Abstract. The problem of the safety of lifting vehicles participating in the creation of wind power parks, when solving the global problem of switching to renewable energy sources, is

urgent and requires appropriate design and technological solutions. The criterion for making such decisions in accordance with the Federal Laws of the Russian Federation is the safety and risk parameters. Ensuring the reliability and safety of the process of overloading wind turbine blades with two cranes, reducing the risk of accidents and economic losses, determining the amount of acceptable risk is the task of designing the technology for performing the operation. Risk analysis allows you to systematize the approach to the study of hazards associated with the operation of machinery. Practical calculation of the risk of emergency failure of hoisting-and-transport vehicles - blade fall when overloading with two cranes allows obtaining quantitative indicators of risk: the probability of a hazardous event and making a decision on the possibility of implementing the planned measures.

Keywords: wind turbine blades, failure tree, risk analysis, hoisting-and-transport vehicles, portal cranes, event analysis, accident.

For citation: Dzhakhiaeva, S. B. Modeling of loading processes of lifting vehicles when overloading wind engine units / S. B. Dzhakhiaeva, M. S. Turpisheva, E. V. Klimova // Vestnik RGUPS. – 2021. – № 3. – P. 18–25. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_18.

Сведения об авторах

Джахьяева Светлана Борисовна

ФГБОУ ВПО Астраханский государственный технический университет, кафедра «Техника и технологии наземного транспорта», кандидат технических наук, доцент, e-mail: psb1976@yandex.ru

Турпищева Марина Семеновна

ФГБОУ ВПО Астраханский государственный технический университет, кафедра «Техника и технологии наземного транспорта», кандидат технических наук, профессор, e-mail: mturpi@mail.ru

Климова Екатерина Владимировна

ФГБОУ ВПО Астраханский государственный технический университет, кафедра «Техника и технологии наземного транспорта», кандидат технических наук, доцент e-mail: katuwaastu@yandex.ru

Information about the authors

Dzhakhiaeva Svetlana Borisovna

Astrakhan State Technical University, Chair «Machinery and land transport technology», Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, e-mail: psb1976@yandex.ru

Turpisheva Marina Semenovna

Astrakhan State Technical University, Chair «Machinery and land transport technology», Candidate of Engineering Sciences, Professor, e-mail: mturpi@mail.ru

Klimova Ekaterina Vladimirovna

Astrakhan State Technical University, Chair «Machinery and land transport technology», Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, e-mail: katuwaastu@yandex.ru

УДК 629.1.01

DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_26

П. А. Поляков

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО РАБОЧИМ ПОВЕРХНОСТЯМ ТОРМОЗНОГО ДИСКА

Аннотация. Рассмотрены требования, предъявляемые к современным тормозным механизмам дисково-колодочного типа. В качестве основных требований при проектировании выступают минимизация массы, генерация больших тормозных моментов и рассеивание полученной теплоты. Если первые два основных требования связаны с габаритными размерами напрямую, то третье требование зависит от габаритных размеров тормозного диска нелинейно. Целесообразно определить влияние основных параметров на распределение температурного поля по поверхности тормозного диска. Используя аналитический аппарат, необходимо не только разработать математическую модель распределения температуры по рабочим поверхностям тормозного диска, но и сузить

круг параметров влияния на его распределение. В результате проведенного математического моделирования были получены аналитические зависимости распределения температурного поля по рабочим поверхностям тормозного диска. Определены параметры влияния на перепад температур по рабочим поверхностям тормозного диска. В качестве параметров влияния выступают безразмерные критерии Фурье и Био. Критерий Фурье определяет фактор нагрева поверхностей тормозного диска, тогда как фактор Био оценивает баланс распределения тепловых потоков во внешнюю омывающую среду и в направлении распределения температуры по рабочим поверхностям тормозного диска. Варьируя двумя этими критериями, можно прогнозировать перепад температур по поверхностям тормозного диска и проектировать современные тормозные механизмы, используя баланс внутреннего и внешнего термического сопротивления.

Ключевые слова: распределение температурного поля, тормозной диск, рабочая поверхность, критерий Био, критерий Фурье, перепад температур, термическое сопротивление.

Для цитирования: Поляков, П. А. Распределение температуры по рабочим поверхностям тормозного диска / П. А. Поляков // Вестник РГУПС. – 2021. – № 3. – С. 26–36. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_26.

P. A. Polyakov

TEMPERATURE DISTRIBUTION OVER WORKING SURFACES BRAKE DISC

Abstract. The requirements for modern disc-shoe type braking mechanisms are considered. Minimization of mass, generation of large braking torques and dissipation of the resulting heat are the main design requirements. If the first two basic requirements are directly related to the overall dimensions, then the third requirement depends on the overall dimensions of the brake disc nonlinearly. It is advisable to determine the influence of the main parameters on the distribution of the temperature field over the surface of the brake disc. Using the analytical apparatus, it is necessary not only to develop a mathematical model of the temperature distribution over the working surfaces of the brake disc, but also to narrow the range of parameters of influence on its distribution. As a result of the mathematical modeling, analytical dependences of the temperature field distribution over the working surfaces of the brake disc were obtained. The parameters of influence on the temperature difference over the working surfaces of the brake disc have been determined. Dimensionless Fourier and Biot criteria are used as influence parameters. The Fourier criterion determines the heating factor of the brake disc surfaces, while the Biot factor evaluates the balance of the distribution of heat fluxes into the external washing medium and in the direction of the temperature distribution over the working surfaces of the brake disc. By varying these two criteria, it is possible to predict the temperature difference across the surfaces of the brake disc and design modern braking mechanisms using a balance of internal and external thermal resistance.

Keywords: temperature field distribution, brake disc, working surface, Biot criterion, Fourier criterion, temperature difference, thermal resistance

For citation: Polyakov, P. A. Temperature distribution over working surfaces brake disc / P. A. Polyakov // Vestnik RGUPS. – 2021. – № 3. – P. 26–36. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_26.

Сведения об авторах

Поляков Павел Александрович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),

Научно-производственный центр «Охрана труда»,

ведущий научный сотрудник,

кандидат технических наук, доцент,

e-mail: polyakov.pavel88@mail.ru

Information about the authors

Polyakov Pavel Alexandrovich

Rostov State Transport University (RSTU),

Research and Production Center «Labor Protec-

tion», Leading Researcher,

candidate of technical sciences,

associate professor,

e-mail: polyakov.pavel88@mail.ru

П. В. Харламов

ПРИМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО ПОДХОДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МЕХАНИЗМА ОБРАЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ СТРУКТУР ФРИКЦИОННОГО ПЕРЕНОСА НА ПОВЕРХНОСТИ КОНТРЕЛА

Аннотация. Представлен анализ микрорельефа поверхностей исследуемых образцов с образованными вторичными структурами, образующимися при подаче модификатора трения. Представлена реализация динамического мониторинга формирования адгезионных связей покрытий металлоплакирующего материала модификатора трения. Представлена оценка диссипативных характеристик фрикционных связей поверхности колеса с рельсом с присутствием в контакте металлоплакирующего материала с применением методики трибоспектральной идентификации трибологических процессов в треть-октавных диапазонах частот.

Ключевые слова: вторичные структуры, коэффициент трения, механизм переноса, поверхность трения, критерий качества, фрикционная связь.

Для цитирования: Харламов, П. В. Применение физико-химического подхода для изучения механизма образования вторичных структур фрикционного переноса на поверхности контртела / П. В. Харламов // Вестник РГУПС. – 2021. – № 3. – С. 37–44. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_37.

P. V. Kharlamov

DESIGN OF SYSTEM FOR FRICTION SUPPLY MODIFIERS TO FRICTION SURFACES OF TRIBOLOGICAL CONTACT «WHEEL-RAIL»

Abstract. It is presented the analysis of the surfaces` microrelief of the studied samples with formed secondary structures, which are formed when the friction modifier is applied. It is considered the implementation of dynamic monitoring of adhesive bonds formation of coatings with a metal-cladding material of a friction modifier. It is assessed the dissipative characteristics of the surface frictional bonds of a wheel with a rail with the presence of a metal-cladding material in contact using the tribospectral identification method of the tribological processes in one-third-octave frequency ranges.

Keywords: secondary structures, friction coefficient, transfer mechanism, friction surface, quality criterion, friction coupling.

For citation: Kharlamov, P. V. Design of system for friction supply modifiers to friction surfaces of tribological contact «Wheel-Rail» / P. V. Kharlamov // Vestnik RGUPS. – 2021. – N. 3. – P. 37–44. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_37.

Сведения об авторах

Харламов Павел Викторович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Транспортные машины и триботехника»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: kcharlamov@yandex.ru

Information about the authors

Kharlamov Pavel Viktorovich

Rostov State University of Railways (RSTU),
Chair «Transport Machines and Tribotechnics»,
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
e-mail: kcharlamov@yandex.ru

М. Г. Шальгин, А. П. Ващишина

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ БАНДАЖА КОЛЕСА ЛОКОМОТИВА УЛУЧШЕНИЕМ АНТИФРИКЦИОННЫХ СВОЙСТВ СМАЗОЧНОГО МАТЕРИАЛА

Аннотация. Показаны химические компоненты смазочных материалов, уменьшающих износ поверхностей трения. Результаты экспериментальных исследований позволили установить, что наиболее целесообразно использование присадки производных гидрохинона к смазочному материалу «Пума». Данная присадка повышает износостойкость пары трения по сравнению с базовым маслом и обеспечивает уменьшение количества активного водорода в структуре металла. Активность присадок объясняется тем, что на поверхности формируются абсорбированные слои из-за полярной природы молекул.

Ключевые слова: антифрикционное действие, смазочные материалы, износостойкость, коэффициент трения.

Для цитирования: Шалыгин, М. Г. Повышение износостойкости бандажа колеса локомотива улучшением антифрикционных свойств смазочного материала / М. Г. Шалыгин, А. П. Ващишина // Вестник РГУПС. – 2021. – № 3. – С. 45–53. – DOI 10.46973/0201–727X_2021_3_45.

M. G. Shalygin, A. P. Vashchishina

INCREASING THE WEAR RESISTANCE OF THE LOCOMOTIVE WHEEL BAND-AGE IMPROVING THE ANTIFRICTION PROPERTIES OF THE LUBRICANT

Abstract. The chemical components of lubricants that reduce the wear of friction surfaces are shown. The results of experimental studies have allowed us to establish that it is most appropriate to use an additive of hydroquinone derivatives to the "Puma" lubricant. This additive increases the wear resistance of the friction pair compared to the base oil and reduces the amount of active hydrogen in the metal structure. The activity of the additives is explained by the fact that the absorbed layers are formed on the surface due to the polar nature of the molecules

Keywords: antifricition action, lubricants, wear resistance, coefficient of friction.

For citation: Shalygin, M. G. Increasing the wear resistance of the locomotive wheel band-age improving the antifricition properties of the lubricant / M. G. Shalygin, A. P. Vashchishina // Vestnik RGUPS. – 2021. – № 3. – P. 45–53. – DOI 10.46973/0201–727X_2021_3_45.

Сведения об авторах

Шалыгин Михаил Геннадьевич

Брянский государственный технический университет (БГТУ),
кафедра «Трубопроводные транспортные системы», заведующий кафедрой,
доктор технических наук, профессор,
e-mail: migshalygin@yandex.ru

Ващишина Анна Павловна

Брянский государственный технический университет (БГТУ),
кафедра «Трубопроводные транспортные системы»,
аспирант,
e-mail: vashhi.anya@yandex.ru

Information about the authors

Shalygin Mikhail Gennadievich

Bryansk State Technical University (BSTU)
Chair "Pipeline transport systems", head of department,
Doctor of technical sciences, Professor,
e-mail: migshalygin@yandex.ru

Vashchishina Anna Pavlovna

Bryansk State Technical University,
Chair "Pipeline transport systems",
Postgraduate,
e-mail: vashhi.anya@yandex.ru

УДК 629.1.01

DOI 10.46973/0201–727X_2021_3_54

И. А. Яцков, П. А. Поляков

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ВЕНТИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА ТОРМОЗНОГО МЕХАНИЗМА ДИСКОВО-КОЛОДОЧНОГО ТИПА

Аннотация. Проектирование тормозных механизмов дисково-колодочного типа, оснащенных штатной системой охлаждения базируется на определении поверхностных

температур рабочих поверхностей тормозного диска. Данный критерий не дает возможности оценить эффективность работы вентиляционного аппарата тормозного диска. На основании этого факта можно сформулировать цель исследования, которое заключается в разработке комплекса критериев оценки эффективности работы штатных систем охлаждения тормозных дисков. К критериям необходимо предъявлять следующие требования, помимо оценки теплопереносу и рассеиванию количества теплоты через поверхности вентиляционного аппарата, они должны учитывать динамические процессы прохождения воздушных масс через полости вентиляционного аппарата. Вторым требованием к критериям должна быть их универсальность, т.е. возможность оценки эффективности работы вентиляционного аппарата, который может быть выполнен в качестве вентиляционных каналов или в виде ребер (шипов) охлаждения. Третьим требованием является учет пограничного слоя воздушного потока, протекающего через вентиляционный аппарат.

Критериями, оценивающими теплоперенос, является температурный напор по толщине пограничного теплового слоя, средняя температура пограничного слоя. Критерием состояния теплового пограничного слоя воздушного потока в вентиляционном аппарате является среднее значение энтальпии пограничного слоя воздушного потока. Отношение средней энтальпии теплового пограничного слоя к энтальпии свободного воздушного потока указывает на направление теплового потока.

Следующими критерием является оценка динамических свойств и теплопереноса пограничного слоя при турбулентном режиме протекания воздушным потоком в вентиляционном аппарате. Примером является критерий турбулентного перемешивания, учитывающий расход охлаждающего воздуха, тепловой поток внутри пограничного слоя и коэффициент теплоотдачи от поверхностей вентиляционного аппарата. Последний параметр определяется в зависимости от скорости течения в пограничном слое воздушного потока, режима течения и геометрии вентиляционных каналов.

Критерии, оценивающие динамические свойства и теплоперенос турбулентного воздушного потока учитывают толщину ламинарного подслоя в пограничном слое, этот элемент пограничного слоя является крайне важным, поскольку пограничный слой представляет собой многослойный объект.

Предлагаемые критерии позволяют оценивать не только штатную систему охлаждения тормозного диска, но и дополнительно устанавливаемую систему принудительной подачи воздуха. На основании разработанных критериев для вентиляционного аппарата можно совершенствовать методику проектирования тормозных дисков или давать рекомендации по совершенствованию конструкции существующих тормозных дисков. Рекомендации могут касаться дополнительной установки систем охлаждения под конкретный режим эксплуатации тормозного механизма.

Ключевые слова: система охлаждения, тормозной диск, температурный напор, вентиляционный аппарат, энтальпия, пограничный слой, ламинарный подслой, турбулентное перемешивание.

Для цитирования: Яицков, И. А. Критерии оценки эффективности работы вентиляционного аппарата тормозного механизма дисково-колодочного типа / И. А. Яицков, П. А. Поляков // Вестник РГУПС. – 2021. – № 3. – С. 54–63. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_54.

I. A. Yaitskov, P. A. Polyakov

CRITERIA FOR ASSESSING THE EFFICIENCY OF THE VENTILATION BRAKE MECHANISM WHEEL-SHOE TYPE

Abstract. The design of the disc-shoe type brakes equipped with a standard cooling system is based on determining the surface temperatures of the brake disc working surfaces. This criterion does not make it possible to assess the efficiency of the brake disc ventilation apparatus. Based on this fact, it is possible to formulate the study purpose, which is to develop a set of criteria for evaluating the efficiency of the standard brake disc cooling systems. The following requirements must be imposed on the criteria, in addition to assessing the heat transfer and dissipation of the amount of heat through the surfaces of the ventilation apparatus; they

must take into account the dynamic processes of the passage of air masses through the cavities of the ventilation apparatus. The second requirement for the criteria should be their universality, i.e. the possibility of evaluating the efficiency of the ventilation device, which can be designed as ventilation ducts or in the form of cooling ribs (spikes). The third requirement is to take into account the boundary layer of the air flow flowing through the ventilation apparatus.

The criteria for evaluating heat transfer are the temperature head across the thickness of the boundary heat layer, the average temperature of the boundary layer. The criterion for the state of the thermal boundary layer of the air flow in the ventilation apparatus is the average value of the enthalpy of the boundary layer of the air flow. The ratio of the average enthalpy of the thermal boundary layer to the enthalpy of free air flow indicates the direction of the heat flow.

The next criterion is the assessment of the dynamic properties and heat transfer of the boundary layer in a turbulent mode of air flow in the ventilation apparatus. An example is the turbulent mixing criterion, which takes into account the cooling air flow rate, the heat flow inside the boundary layer and the heat transfer coefficient from the surfaces of the ventilation apparatus. The last parameter is determined depending on the flow rate in the boundary layer of the air flow, the flow regime and the geometry of the ventilation ducts.

The criteria for evaluating the dynamic properties and heat transfer of a turbulent air flow take into account the thickness of the laminar sub-layer in the boundary layer, this element of the boundary layer is extremely important, since the boundary layer is a multilayer object.

The proposed criteria make it possible to evaluate not only the standard brake disc cooling system, but also the additionally installed forced air supply system. On the basis of the developed criteria for the ventilation apparatus, it is possible to improve the design method of brake discs or make recommendations for improving the design of existing brake discs. Recommendations may relate to the additional installation of cooling systems for a specific mode of operation of the brake mechanism.

Keywords: cooling system, brake disc, temperature head, ventilation apparatus, enthalpy, boundary layer, laminar sublayer, turbulent mixing.

For citation: Yaitskov, I. A. Criteria for assessing the efficiency of the ventilation brake mechanism wheel shoe type / I. A. Yaitskov, P. A. Polyakov // Vestnik RGUPS. – 2021. – № 3. – P. 54–63. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_54.

Сведения об авторах

Яицков Иван Анатольевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Вагоны и вагонное хозяйство»,
доктор технических наук, профессор,
декан электромеханического факультета,
e-mail: yia@rgups.ru

Поляков Павел Александрович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
Научно-производственный центр
«Охрана труда»,
ведущий научный сотрудник,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: polyakov.pavel88@mail.ru

Information about the authors

Yaitskov Ivan Anatolievich

Rostov State Transport University (RSTU)
Chair «Car and Car Facilities»,
Doctor of Technical Sciences,
Professor,
Dean of Electromechanical Faculty,
e-mail: yia@rgups.ru

Polyakov Pavel Alexandrovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Research and Production Center «Labor Protection»,
Leading Researcher,
candidate of technical sciences, associate professor,
e-mail: polyakov.pavel88@mail.ru

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ, БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ И ЭКОЛОГИЯ

УДК 629.4.016.12

DOI 10.46973/020 727X_2021_3_64

Н. В. Гребенников

КАРТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЕЗДА

Аннотация. Представлен расчет энергетического состояния поезда через потенциальную и кинетическую энергию, которая расходуется на преодоление сил основного и дополнительного сопротивления движению поезда. Изолинии энергетического состояния поезда наглядно демонстрируют изменение энергии поезда, что позволяет определять режимы движения поезда на основании энергетического подхода. Предлагаемый метод расчета особенно актуален при определении режимов работы накопителей энергии на тяговом подвижном составе.

Ключевые слова: тяговый расчет, карта энергетического состояния, поезд, энергоэффективность, энергооптимальная траектория.

Для цитирования: Гребенников, Н. В. Карта энергетического состояния поезда / Н. В. Гребенников // Вестник РГУПС. – 2021. – № 3. – С. 64–72. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_64.

N. V. Grebennikov

TRAIN ENERGY MAP

Abstract. It is presented the calculation of the energy state of the train through the potential and kinetic energy, which is spent on overcoming the forces of the main and additional resistance to the train movement of the train. The contours of the train energy state clearly demonstrate the change in the train energy, which makes it possible to determine the modes of the train movement based on the energy approach. The proposed calculation method is especially relevant when determining the operating modes of energy storage units on traction rolling stock.

Keywords: traction calculation, energy state map, train, energy efficiency, energy optimal trajectory.

For citation: Grebennikov, N. V. Train energy map // N. V. Grebennikov // Vestnik RGUPS. – 2021. – № 3. – P. 64–72. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_64.

Сведения об авторах

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

Information about the authors

Grebennikov Nikolay Vyachaslavovich
Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Traction rolling stock»,
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
e-mail: grebennikovnv@mail.ru

УДК 629.4.592

DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_73

Е. Ю. Дульский, М. Ю. Хажеева, А. М. Худоногов, В. Н. Иванов

НОВОЕ В ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИОННЫХ ПАЛЬЦЕВ КРОНШТЕЙНОВ ЩЁТКОДЕРЖАТЕЛЕЙ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ЛОКОМОТИВОВ

Аннотация. Описано влияние природных факторов на тяговый электродвигатель, как один из наиболее ответственных элементов конструкции подвижного состава, поскольку от его бесперебойной работы зависят безопасность и стабильность обеспечения перевозочного процесса на сети железных дорог. Статья направлена на решение актуальных в настоящее время задач, связанных с повышением надежности тягового подвижного состава в целом. В частности, рассмотрены вопросы, связанные с восстановлением изоляционных пальцев кронштейнов щёткодержателей электрических машин тягового подвижного состава. Приведена статистика смены изоляционных пальцев за 2019–2020 гг., а также технология их восстановления.

В ИрГУПСе продолжительное время ведутся работы по исследованию процесса сушки изоляции с помощью инфракрасного излучения (ИК), одним из способов является карусельный способ пропитки и сушки изоляции пальцев кронштейнов щеткодержателей ТЭД. На основании исследований, приведенных в статье, доказана его эффективность.

Ключевые слова: подвижной состав железных дорог, изоляционные пальцы, тяговый электродвигатель, пропитка, сушка, технология восстановления пальцев, инфракрасное излучение.

Для цитирования: Новое в технологии восстановления изоляционных пальцев кронштейнов щеткодержателей тяговых электродвигателей локомотивов / Е. Ю. Дульский, М. Ю. Хажеева, А. М. Худонов, В. Н. Иванов // Вестник РГУПС. – 2021. – № 3. – С. 73–80. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_73.

E. Yu. Dulskij, M. Yu. Khazheeva, A. M. Khudonogov, V. N. Ivanov

NEW IN INSULATION LIFTER RECOVERY TECHNOLOGY OF THE BRUSH HOLDERS FOR LOCOMOTIVE TRACTION ELECTRIC MOTORS

Abstract. The paper describes the influence of natural factors on the traction electric motor, since the TED is one of the most important elements of the rolling stock design, since the safety and stability of the transportation process on the railway network depends on its uninterrupted operation. This research is aimed at solving current problems related to improving the reliability of the traction rolling stock as a whole. In particular, the paper deals with the issues related to the restoration of the insulating lifters of the brackets of the brush holders of the electric machines of the traction rolling stock. It is provided the statistics on the change of insulation lifters for 2019-2020 as well as the restoration technology.

IRGUPS has been working for a long time to study the process of drying insulation using infrared radiation (IR), one of the methods is the carousel method of impregnating and drying the lifters brackets insulation of the TED brush holders. On the basis of the studies given in the paper, its effectiveness is proved.

Keywords: rolling stock of railways, insulating lifters, traction electric motor, impregnation, drying, technology of the lifters restoration, infrared radiation.

For citation: Influence of certain factors on reliability of insulation of electrical equipment of tractor rolling staff // E. Yu. Dulskij, M. Yu. Khazheeva, A. M. Khudonogov, V. N. Ivanov // Vestnik RGUPS. – 2021. – №3. – P. 73–80. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_73.

Сведения об авторах

Дульский Евгений Юрьевич

Иркутский государственный университет путей сообщения (ИрГУПС),
кафедра «Вагоны и вагонное хозяйство»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: e.dulskiy@mail.ru

Хажеева Марина Юрьевна

Иркутский государственный университет путей сообщения (ИрГУПС),
кафедра «Вагоны и вагонное хозяйство»,
аспирант,
e-mail: m.khazheeva@mail.ru

Худонов Анатолий Михайлович

Иркутский государственный университет путей сообщения (ИрГУПС),
кафедра «Электроподвижной состав»,
доктор технических наук, профессор,
e-mail: e.dulskiy@mail.ru

Иванов Павел Юрьевич

Information about the authors

Dulskij Evgenij Yurievich

Irkutsk State Transport University (IrSTU),
Chair «Electric Rolling Stock»,
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
e-mail: e.dulskiy@mail.ru

Khazheeva Marina Yuryevna

Irkutsk State Transport University (IrSTU),
Chair «Wagon and Wagon Facilities»,
Postgraduate Student,
e-mail: m.khazheeva@mail.ru

Khudonogov Anatoly Mikhailovich

Irkutsk State Transport University (IrSTU),
Chair «Electric Rolling Stock»,
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
e-mail: e.dulskiy@mail.ru

Ivanov Pavel Yurievich

Иркутский государственный университет путей сообщения (ИрГУПС),
кафедра «Электроподвижной состав»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: savl.ivanov@mail.ru

Irkutsk State Transport University (IrSTU),
Chair «Electric Rolling Stock»,
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
e-mail: savl.ivanov@mail.ru

УДК 621.33 + 06

DOI 10.46973/0201727X_2021_3_81

А. А. Зарифьян, А. Ш. Мустафин

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В КОЛЛЕКТОРНОМ ТЯГОВОМ ДВИГАТЕЛЕ С УЧЕТОМ ПОТЕРЬ

Аннотация. В программной среде Simintech разработана компьютерная модель тягового электродвигателя НБ-514Е грузового магистрального электровоза, позволяющая выполнить совместное исследование электромеханических процессов и потерь мощности в двигателе. Сравнение результатов компьютерного моделирования с данными квалификационных испытаний подтвердило высокую степень достоверности полученных результатов.

Ключевые слова: грузовой магистральный электровоз, тяговый электродвигатель, электромеханические процессы, потеря мощности, компьютерное моделирование.

Для цитирования: Зарифьян, А. А. Изучение электромеханических процессов в коллекторном тяговом двигателе с учетом потерь / А. А. Зарифьян, А. Ш. Мустафин // Вестник РГУПС. – № 3. – 2021. – С. 81–89. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_81.

A. A. Zarifyan, A. S. Mustafin

STUDY OF ELECTROMECHANICAL PROCESSES IN A COLLECTOR TRACTION ENGINE DUE TO LOSSES

Abstract. In the Simintech software environment, a computer model of the NB-514E traction electric motor of the main-line electric locomotive has been developed, which makes it possible to carry out a joint study of electromechanical processes and power losses in the engine. The comparison of the computer modeling results with the qualification tests data confirmed the high reliability degree of the obtained results.

Key words: freight mainline electric locomotive, traction electric motor, electro-mechanical processes, power loss-es, computer simulation.

For citation: Zarifyan, A. A. Study of electromechanical processes in a collector traction engine due to losses / A. A. Zarifyan, A. S. Mustafin // Vestnik RGUPS. – 2021. – № 3. – P. 81–89. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_81.

Сведения об авторах

Зарифьян Александр Александрович
Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Тяговый подвижной состав»,
доктор технических наук, профессор,
e-mail: zarifian_aa@mail.ru

Мустафин Адель Шамильевич
Ростовский-на-Дону электровозоремонтный завод – филиал АО «Желдорремаш»,
директор,
e-mail: mustafinash@locotech.ru

Information about the authors

Zarifyan Alexander Alexandrovich
Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Traction Rolling Stock»,
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
e-mail: zarifian_aa@mail.ru

Mustafin Adel Shamilyevich
Rostov-on-Don Electric Locomotive Repair Plant
Director,
e-mail: mustafinash@locotech.ru

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ,
АВТОМАТИКА И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ**

УДК 621.331:621.311 + 06

DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_90

*В. Д. Верескун, Д. Е. Притыкин, Б. Д. Дагдьян, К. В. Шалобаева, Е. Д. Балашов***РАЗРАБОТКА ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ
УЧАСТКА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ ДЛЯ ТРЕНАЖЕРА ЭНЕРГОДИСПЕТЧЕРА**

Аннотация. Рассматриваются технология подготовки данных о схеме электроснабжения произвольного участка железной дороги, способ построения топологической схемы секционирования участка с возможностью анализа состояния секций контактной сети, создание имитации автоматизированного рабочего места энергодиспетчера с реализованным функционалом. Представлен учебно-лабораторный комплекс «Виртуальная железная дорога».

Ключевые слова: учебно-лабораторный комплекс, виртуальная железная дорога, тренажер, АРМ энергодиспетчера, SVG, C++, Qt.

Для цитирования: Разработка топологической модели системы электроснабжения участка железной дороги для тренажера энергодиспетчера / В. Д. Верескун, Д. Е. Притыкин, Б. Д. Дагдьян [и др.] // Вестник РГУПС. – 2021. – № 3. – С. 90–97. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_90.

*V. D. Vereskun, D. E. Pritykin, B. D. Dagldian, K. V. Shalobaeva, E. D Balashov***DEVELOPMENT OF A TOPOLOGICAL MODEL OF THE POWER SUPPLY SYSTEM
OF A RAILWAY SECTION FOR THE ENERGY DISPATCHER SIMULATOR**

Abstract. The article discusses the technology for preparing data on the power supply scheme for an arbitrary section of the railway, a method for constructing a topological sectioning scheme for a section, with the ability to analyze the state of overhead network sections, creating an imitation of an automated workstation for an energy dispatcher with implemented functionality. The educational and laboratory complex "Virtual Railway" is presented.

Keywords: Laboratory system, Virtual Railway, simulator, automated workplace of the power dispatcher, SVG, C++, Qt.

For citation: Development of a topological model of the power supply system of a railway section for the energy dispatcher simulator / V. D. Vereskun, D. E. Pritykin, B. D. Dagldian [et al.] / Vestnik RGUPS. – 2021. – № 3. – С. 90–97. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_90.

Сведения об авторах**Верескун Владимир Дмитриевич**

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Теоретическая механика»,
доктор технических наук, профессор, ректор,
e-mail: vvd@rgups.ru

Притыкин Дмитрий Евгеньевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
Центр развития инновационных компетенций, директор,
кафедра «Тяговый подвижной состав»,
доцент, кандидат технических наук,
e-mail: maisvendoo@gmail.com

Дагдьян Богос Дзарукович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),

Information about the authors**Vereskun Vladimir Dmitrievich**

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair « Theoretical mechanics»,
Doctor of Engineering Sciences, Professor, Rector,
e-mail: vvd@rgups.ru

Pritykin Dmitry Evgenevich

Rostov State Transport University (RSTU),
Development of innovation competencies Center,
director
Chair «Traction rolling stock», docent,
Candidate of Engineering Sciences,
e-mail: maisvendoo@gmail.com

Dagldian Bogos Dzarukovich

Rostov State Transport University (RSTU),

Центр развития инновационных компетенций, начальник отдела ИТВР, кафедра «Автоматика и телемеханика на ж.-д. транспорте», аспирант, e-mail: bogos.dagldian@yandex.ru

Шалобаева Ксения Владимировна

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС), Центр развития инновационных компетенций, инженер ИТВР, e-mail: kshalobaeva@mail.ru

Балашов Евгений Дмитриевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС), Центр развития инновационных компетенций, инженер отдела ИТВР, кафедра «Вагоны и вагонное хозяйство», аспирант, e-mail: balashov.97@mail.ru

Development of innovation competencies Center, head of ITVR Department, Department «Automation and telemechanics on railway transport», post-graduate student, e-mail: bogos.dagldian@yandex.ru

Shalobaeva Kseniya Vladimirovna

Rostov State Transport University (RSTU), Development of innovation competencies Center, engineer of ITVR Department, e-mail: kshalobaeva@mail.ru

Balashov Evgenii Dmitrievich

Rostov State Transport University (RSTU), Development of innovation competencies Center, engineer of ITVR Department, Department «Wagons and wagon facilities», post-graduate student, e-mail: balashov.97@mail.ru

УПРАВЛЕНИЕ И ЛОГИСТИКА НА ТРАНСПОРТЕ

УДК 656.073

DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_98

В. В. Багинова, Д. В. Ушаков

ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ГРУЗОВ В ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЕ: ПОДХОДЫ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

Аннотация. Последовательность проведения процедур и операций при формировании механизмов моделирования в транспортной логистике в настоящее время исключительно востребована вследствие меняющихся направлений грузопотоков и их интенсивности. Особый интерес представляют исследования в области моделирования процессов перевозки скоропортящихся грузов в транспортных системах, поскольку сезонность перевозимых грузов обуславливает трансформацию как всей транспортной системы, так и ее отдельных элементов. Предлагаемая в статье алгоритмизация формирования механизмов моделирования организации процессов перевозок скоропортящихся грузов в транспортных системах позволяет составить целостное представление о последовательности шагов формирования механизма моделирования, содержания этапов этого процесса. Раскрыт вопрос специфики транспортной системы с функционирующими в ней процессами перевозок скоропортящихся грузов как объекта моделирования.

Ключевые слова: транспортная система, моделирование транспортных систем, скоропортящиеся грузы, рефрижераторные контейнеры; железнодорожный транспорт; перевозки рефрижераторных грузов; припортовая железнодорожная станция

Для цитирования: Багинова, В. В. Об организации перевозок скоропортящихся грузов в транспортной системе: подходы и моделирование / В. В. Багинова, Д. В. Ушаков // Вестник РГУПС. – 2021. – № 3. – С. 98–104. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_98.

V. V. Baginova, D. V. Ushakov

ABOUT THE ORGANIZATION OF THE PERISHABLE GOODS TRANSPORTATION IN THE TRANSPORT SYSTEM: APPROACHES AND MODELING

Abstract. The coherence of the procedures and operations in the formation of modeling mechanisms in transport logistics is currently extremely in demand due to the changing directions of the cargo flows and their intensity. Studies in the field of modeling the processes of the perishable goods transportation in transport systems are of particular interest, since the

seasonality of the transported goods causes the transformation of both the entire transport system and its individual elements. The proposed algorithm of the modeling mechanisms formation for the organization processes of the perishable goods transportation in transport systems allows us to form a holistic view of the steps coherence of the modeling mechanism formation and the stages` content of this process. The question of the transport system specifics with the processes of the perishable goods transportation functioning in it as an object of modeling is analyzed.

Keywords: transport system; modeling of transport systems; perishable goods; refrigerated containers; railway transport; transportation of refrigerated goods; port railway station.

For citation: Baginova, V. V. About the organization of perishable goods transportation in the transport system approaches and modeling / V. V. Baginova, D. V. Ushakov // Vestnik RGUPS. – 2021. – № 3. – P. 98–104. – DOI 10.46973/0201–727X_2021_3_98.

Сведения об авторах

Багинова Вера Владимировна

Российский университет транспорта (РУТ (МИИТ)), кафедра «Логистика и управление транспортными системами», доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой, e-mail: vvbaginova@gmail.com

Ушаков Дмитрий Васильевич

Российский университет транспорта (РУТ (МИИТ)), кафедра «Логистика и управление транспортными системами», кандидат экономических наук, доцент, e-mail: usdm888@mail.ru

Information about the authors

Baginova Vera Vladimirovna

Russian Transport University, RUT (MIIT), Chair «Logistics and Transport Management System», Doctor of Engineering Science, Professor, Head of Department, e-mail: vvbaginova@gmail.com

Ushakov Dmitriy Vasilievich

Russian Transport University, RUT (MIIT), Chair «Logistics and Transport Management System», Candidate of Economic Science, Associate Professor, e-mail: usdm888@mail.ru

УДК 656.224

DOI 10.46973/0201–727X_2021_3_105

Н. Ю. Евреенова, К. А. Калинин

УПРАВЛЕНИЕ ПАССАЖИРОПОТОКОМ КРУПНЕЙШИХ ТПУ

Аннотация. Несмотря на совершенствование проектирования транспортных систем, эксплуатации городского пассажирского транспорта и организации его движения, длительность передвижения населения в крупных городах остается значительной и колеблется в пределах 35–90 мин. Значительную часть этой продолжительности составляют потери времени в транспортно-пересадочных узлах (ТПУ) (до 40 % всего времени передвижения). Это объясняется, как показывает анализ, нерациональными функциональными и архитектурно-планировочными решениями, недостаточностью координации взаимодействующих в узлах видов транспорта, малой изученностью закономерностей распределения пассажиропотоков в ТПУ. В статье разработан алгоритм оценки эффективности организации пассажиропотоков в конкретном ТПУ.

Ключевые слова: транспортно-пересадочные узлы, интегрированные транспортные системы, имитационное моделирование, пассажиропотоки, планировочная структура.

Для цитирования: Евреенова, Н. Ю. Управление пассажиропотоком крупнейших ТПУ / Н. Ю. Евреенова, К. А. Калинин // Вестник РГУПС. – 2021. – № 3. – С. 105–113. – DOI 10.46973/0201–727X_2021_3_105.

N. Y. Evreenova, K. A. Kalinin

PASSENGER TRAFFIC MANAGEMENT OF THE LARGEST TPUS

Abstract. Despite the improvement of the design of transport systems, the operation of urban passenger transport and the organization of its movement, the duration of movement of the population in large cities remains significant and ranges from 35 to 90 minutes. A significant part of this duration is the loss of time in transport and transfer hubs (TPUs) (up to 40 % of the total travel time). This is explained, as the analysis shows, by irrational functional and architectural-planning solutions, insufficient coordination of the modes of transport interacting at the nodes, and little knowledge of the patterns of distribution of passenger flows in the TPU. The article develops an algorithm for evaluating the effectiveness of passenger traffic management in a particular TPU.

Keywords: transport hubs, integrated transport systems, simulation modeling, passenger flows, planning structure.

For citation: Evreenova, N. Y. Passenger traffic management of the largest TPUS / N. Y. Evreenova, K. A. Kalinin // Vestnik RGUPS. – 2021. – № 3. – P. 105–113. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_105.

Сведения об авторах**Евреенова Надежда Юрьевна**

Институт управления и цифровых технологий
Российского университета транспорта (ПУТ
(МИИТ)),
кафедра «Управление транспортным бизнесом и
интеллектуальные системы»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: nevreenova@mail.ru

Калинин Кирилл Антонович

Институт управления и цифровых технологий Рос-
сийского университета транспорта (ПУТ (МИИТ)),
кафедра «Управление транспортным бизнесом и
интеллектуальные системы»,
ассистент, e-mail: kalinin.k.a@mail.ru

Information about the authors**Evreenova Nadezda Yurievna**

Institute of Management and Digital Technologies of
RUT (MIIT),
Chair «Transport Business Management and Intelli-
gent Systems»,
Candidate of Engineering Sciences, Associated Pro-
fessor,
e-mail: nevreenova@mail.ru

Kalinin Kirill Antonovich

Institute of Management and Digital Technologies of
RUT (MIIT),
Chair «Transport Business Management and Intelli-
gent Systems»,
Lecture, e-mail: kalinin.k.a@mail.ru

УДК 621.331.1

DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_114

*С. Г. Истомин, А. Е. Перестенко, С. Г. Шантаренко***ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГРУЗОВЫХ ЭЛЕКТРОВЗОВ ЗА СЧЕТ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ ДВИЖЕНИЯ**

Аннотация. Приведены результаты разработки метода повышения эффективности использования магистральных грузовых электропоездов за счет снижения потерь электроэнергии путем совершенствования бортовых систем автоведения и поддержки принятия решений. Представлен основанный на искусственной рекуррентной нейронной сети (ИРНС) архитектуры долгой краткосрочной памяти (LSTM) алгоритм прогнозирования рекомендованного режима эксплуатации электропоезда по данным бортовых систем регистрации параметров движения и автоведения. В результате сравнения накопленных в ходе экспериментальных исследований сведений с результатами имитационного моделирования установлено, что при реализации электропоездом рекомендуемых значений сил тяги и торможения ожидается снижение значений удельной энергоёмкости тяги поездов за поездку в среднем на 1 %.

Ключевые слова: магистральный грузовой электропоезд, потери электроэнергии, автоведение, регистратор параметров, оптимизация, режим движения, сила тяги, нейронные сети, удельная энергоёмкость тяги поездов локомотивом.

Для цитирования: Истомин, С. Г. Повышение эффективности использования магистральных грузовых электровозов за счет управления режимами движения / С. Г. Истомин, А. Е. Перестенко, С. Г. Шантаренко // Вестник РГУПС. – 2021. – № 3. – С. 114–123. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_114.

S. G. Istomin, A. E. Perestenko, S. G. Shantarenko

IMPROVING THE EFFICIENCY OF USING THE MAIN ROADS OF FREIGHT ELECTRIC CARRIES DUE TO TRACTION MODES CONTROL

Abstract. The paper presents the results of the method development for increasing the efficiency of using main-line freight electric locomotives by reducing energy losses by improving on-board driving systems and decision support. An algorithm based on an artificial recurrent neural network (IRNS) architecture of long short-term memory (LSTM) is presented for predicting the recommended operating mode of an electric locomotive based on data from on-board systems for recording the parameters of movement and driving. As a result of comparing the data accumulated in the course of experimental studies with the results of simulation modeling, it was found that when the electric locomotive implements the recommended values of traction and braking forces, a decrease in the values of the specific energy consumption of the trains traction per trip is expected on average by 1 %.

Keywords: electric locomotive, energy loss, automatic train operation, data recorder, optimization, operating mode, traction modes, traction force, neural networks, energy intensity of trains traction by locomotive.

For citation: Istomin, S. G. Improving the efficiency of using the main roads of freight electric carries due to traction modes control / S. G. Istomin, A. E. Perestenko, S. G. Shantarenko // Vestnik RGUPS. – 2021. – № 3. – P. 114–123. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_114.

Сведения об авторах

Истомин Станислав Геннадьевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС (ОМИИТ)),
кафедра «Подвижной состав электрических железных дорог», кандидат технических наук,
доцент,

e-mail: istomin_sg@mail.ru

Перестенко Артём Евгеньевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС (ОМИИТ)),
кафедра «Подвижной состав электрических железных дорог», аспирант,

e-mail: art-perestenko@yandex.ru

Шантаренко Сергей Георгиевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС (ОМИИТ)),
кафедра «Технологии транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава»,
доктор технических наук, профессор,

проректор по научной работе,

e-mail: ShantarenkoSG@omgups.ru

Information about the authors

Istomin Stanislav Gennadievich

Omsk State Transport University (OSTU),
Department «Railway rolling stock»,
Candidate of Engineering Sciences,
Associated Professor,

e-mail: istomin_sg@mail.ru

Perestenko Artyom Evgenievich

Omsk State Transport University (OSTU),
Chair «Railway Rolling Stock»,
Postgraduate Student,

e-mail: art-perestenko@yandex.ru

Shantarenko Sergey Georgievich

Omsk State Transport University (OSTU),
Chair «Technologies of Transport Engineering and Rolling Stock Repair»,

Doctor of Engineering Sciences, Professor,
Vice-rector for Science

e-mail: ShantarenkoSG@omgups.ru

Аннотация. Предлагается новый системный подход к построению, расчету и оптимизации транспортных узлов. Подчеркивается, что важным свойством объекта как системы является активное самоподдержание, позволяющее ему устойчиво функционировать в изменчивой среде. Самоподдержание обеспечивается адаптивностью. С системных позиций вводятся классы транспортных узлов. Формулируются различные способы оптимизации для узлов разных классов. Приводится технология их расчета с использованием имитационного моделирования.

Ключевые слова: транспортный узел, система, адаптивность, имитационное моделирование, расчет, оптимизация.

Для цитирования: Козлов, П. А. Железнодорожные узлы с позиций системного подхода / П. А. Козлов, С. П. Вакуленко, В. П. Козлова // Вестник РГУПС. – 2021. – № 3. – С. 124–130. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_124.

P. A. Kozlov, S. P. Vakulenko, V. P. Kozlova

RAILWAY JUNCTIONS FROM THE STANDPOINT OF A SYSTEMATIC APPROACH

Abstract. The paper proposes a new systematic approach to the construction, calculation and optimization of transport hubs. It is emphasized that an important property of an object as a system is active self-support, which allows it to function stably in a changeable environment. Self-support is provided by adaptability. Classes of transport nodes are introduced from the system positions. Various optimization methods are formulated for nodes of different classes. The technology of calculating them using simulation modeling is given.

Keywords: transport hub, system, adaptability, simulation, calculation, optimization.

For citation: Kozlov, P. A. Railway junctions from the standpoint of a systematic approach / P. A. Kozlov, S. P. Vakulenko, V. P. Kozlova // Vestnik RGUPS. – 2021. – № 3. – P. 124–130. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_124.

Сведения об авторах

Козлов Пётр Алексеевич

Научно-производственный холдинг СТРАТЕГ,
доктор технических наук, профессор,
e-mail: laureat_k@mail.ru

Вакуленко Сергей Петрович

Институт управления и информационных
технологий РУТ (МИИТ),
кандидат технических наук, профессор,
e-mail: vakulenko@miit.ru

Козлова Валерия Петровна

Российский университет транспорта
(РУТ (МИИТ)),
доктор экономических наук,
e-mail: valeriek@mail.ru

Information about the authors

Kozlov Pyotr Alekseevich

Research and Production holding STRATEGIST
Doctor of Technical Sciences, Professor,
e-mail: laureat_k@mail.ru

Vakulenko Sergey Petrovich

Institute of Management and Information
Technologies of RUT (MIIT),
Candidate of Technical Sciences, Professor,
e-mail: vakulenko@miit.ru

Kozlova Valerya Petrovna

Russian University of Transport (RUT (MIIT)),
Doctor of Economical Science,
e-mail: valeriek@mail.ru

УДК 656.073:658.785

DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_131

Е. Д. Псеровская, А. П. Грэфенштейн

РАСПОЛОЖЕНИЕ ГОРОДСКОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА: НАУЧНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД

Аннотация. Проанализированы модели размещения логистических мощностей, разработан алгоритм определения оптимального месторасположения городского распределительного центра как нового типа городской инфраструктуры, сформулированы критерии для сравнения вариантов мест размещения и параметры для оценки ожидаемого эффекта, а также представлена математическая формулировка задачи. Предложенные

материалы исследования могут лечь в основу разработки научной методологии и нормативно-справочных рекомендаций по оптимизации работы транспортной системы крупного города, поэтому представляют значимость для ученых, представителей органов власти, урбанистов и горожан.

Ключевые слова: расположение, распределительный центр, городской терминал, инфраструктура, логистический центр.

Для цитирования: Псеровская, Е. Д. Расположение городского распределительного центра: научно-методологический подход / Е. Д. Псеровская, А. П. Грешенштейн // Вестник РГУПС. – 2021. – № 3. – С. 131–140. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_131.

E. D. Pserovskaya, A. P. Grefensteyn

LOCATION OF THE CITY DISTRIBUTION CENTER: SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL APPROACH

Abstract. The models for the logistics facilities location have been analyzed, an algorithm has been developed for determining the optimal location of an urban distribution center as a new type of urban infrastructure, criteria for comparing location options and parameters for assessing the expected effect have been formulated, and a mathematical formulation of the problem is presented. The proposed research materials can form the basis for the development of scientific methodology and regulatory and reference recommendations for optimizing the operation of the transport system of a large city, therefore, they are significant for scientists, government officials, urbanists and citizens.

Keywords: location, distribution center, city terminal, infrastructure, logistics center.

For citation: Pserovskaya E. D. Location of the city distribution center: scientific and methodological approach / E. D. Pserovskaya, A. P. Grefensteyn // Vestnik RGUPS. – 2021. – № 3. – P. 131–140. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_131.

Сведения об авторах

Перовская Елена Дмитриевна

Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС),
кафедра «Логистика, коммерческая работа и подвижной состав»,
кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой,
e-mail: eldp-55@yandex.ru

Грешенштейн Анна Павловна

Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС),
кафедра «Логистика, коммерческая работа и подвижной состав»,
преподаватель, аспирант,
e-mail: anna_020295@mail.ru

Information about the authors

Pserovskaya Elena Dmitrievna

Siberian Transport University (STU),
Chair «Logistics, Commercial Work and Rolling Stock»,
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of Department,
e-mail: eldp-55@yandex.ru

Grefensteyn Anna Pavlovna

Siberian Transport University (STU),
Chair «Logistics, Commercial Work and Rolling Stock»,
Lecturer, Postgraduate,
e-mail: anna_020295@mail.ru

УДК 656.224

DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_141

Е. Г. Шетилова

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ КОНЦЕПЦИИ, МОДЕЛЕЙ, МЕТОДОВ И МЕХАНИЗМОВ ОРГАНИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Аннотация. Проанализированы стратегические цели и задачи Транспортной стратегии развития РФ на период до 2035 года и Распоряжение Правительства РФ «Об утверждении Концепции подготовки кадров для транспортного комплекса до 2035 года», которые требуют обновления концепции транспортного образования и дальнейшего развития моделей, методов и механизмов образовательного процесса в системе подготовки

кадров. Обоснована необходимость реализации системного подхода к исследованию отраслевых транспортных вузов, перехода к сетевой организации их взаимодействия на базе единого сетевого процесса подготовки кадров отрасли, снижения доли государственного регулирования этой деятельности. Рассмотрены механизмы организации научно-образовательной деятельности, опирающиеся на создание: учебно-научно-производственных кластеров, саморегулируемых организаций в научно-образовательной сфере, эндаумент-фондов и репозитория вуза. Предложен комплекс аналитических методов исследования образовательной деятельности: временные ряды, теории активных систем, ценозов, организационно-технологической надежности.

Ключевые слова: транспортно-пересадочные узлы, интегрированные транспортные системы, имитационное моделирование, пассажиропотоки, планировочная структура.

Для цитирования: Шепилова, Е. Г. Направления разработки концепции, моделей, методов и механизмов организации транспортного образования / Е. Г. Шепилова // Вестник РГУПС. – 2021. – № 3. – С. 141–150. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_141.

E. G. Shepilova

DEVELOPMENT OF CONCEPTS, MODELS, METHODS AND MECHANISMS OF ORGANIZATION OF TRANSPORT EDUCATION

Abstract. The article considers the strategic goals and objectives of the Transport Strategy for the Development of the Russian Federation for the period up to 2035 and the Order of the Government of the Russian Federation “On Approval of the Concept of Training Personnel for the Transport Complex until 2035”, which require updating the concept of transport education and further development of models, methods, and mechanisms of the educational process in the system of personnel training. The author demonstrates the need for implementing a systematic approach to the study of transport industry universities, for switching to a network organization of their interaction based on the Unified network process of personnel training in the industry, for reducing the share of state regulation of this activity. The article describes the ways how to organize scientific and educational activities based on the creation of educational, scientific, and industrial clusters, self-regulatory organizations in the scientific and educational sphere, endowment funds and university repositories. The author also proposes a complex of analytical methods for studying educational activity: time series, theories of active systems, cenoses, organizational and technological reliability.

Keywords: transport education, transport industry universities, Unified network process of personnel training, self-regulatory organizations in the scientific and educational sphere, endowment funds and university repositories.

For citation: Shepilova, E. G. Development of concepts, models, methods and mechanisms of organization of transport education / E. G. Shepilova // Vestnik RGUPS. – 2021. – № 3. – P. 141–150. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_141.

Сведения об авторах

Шепилова Елена Григорьевна

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: she@rgups.ru

Information about the authors

Shepilova Elena Grigoryevna
Rostov State Transport University (RSTU),
Char «Automation and Telemechanics in railway transport»,
Candidate of Technical Science, Associate Professor,
e-mail: she@rgups.ru

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ПУТЬ И ТРАНСПОРТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Е. В. Мироненко

ПРОДОЛЬНЫЕ СИЛЫ И ПЕРЕМЕЩЕНИЯ РЕЛЬСОВЫХ ПЛЕТЕЙ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Аннотация. Выполнен анализ сил и перемещений рельсовых плетей бесстыкового пути при температурах ниже его закрепления. Перезакрепление рельсовой плети при текущем содержании пути является достаточно трудоёмкой работой, поэтому на основании уравнения изменения продольных сил были определены длины концевых участков, подлежащих перезакреплению в зависимости от климатической зоны.

Ключевые слова: бесстыковой путь, температура закрепления, балластная призма.

Для цитирования: Мироненко, Е. В. Продольные силы и перемещения рельсовых плетей при низких температурах / Е. В. Мироненко // Вестник РГУПС. – 2021. – № 3. – С. 151–156. – DOI 10.46973/0201–727X_2021_3_151.

E. V. Mironenko

LONGITUDINAL FORCES AND DISPLACEMENTS OF RAIL LASHES AT LOW TEMPERATURES

Abstract. The analysis of the forces and displacements of the continuous-welded rail strings at temperatures below its fastening is carried out. Re-fixing the rail string at the current track maintenance is a rather time-consuming work; therefore, based on the equation for changing the longitudinal forces, the lengths of the end sections to be re-fixed depending on the climatic zone were determined.

Keywords: joint-free path, fixing temperature, ballast prism.

For citation: Mironenko, E. V. Longitudinal forces and displacements of rail lashes at low temperatures / E. V. Mironenko // Vestnik RGUPS. – 2021. – № 3. – P. 151–156. – DOI 10.46973/0201–727X_2021_3_151.

Сведения об авторах

Мироненко Евгений Викторович

Ростовский государственный университет путей
сообщения (РГУПС),
кафедра «Путь и путевое хозяйство»,
ассистент,
e-mail: pph@kaf.rgups.ru

Information about the authors

Mironenko Evgeniy Viktorovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Track and track facilities»,
Assistant,
e-mail: pph@kaf.rgups.ru

УДК 625.12 + 06

DOI 10.46973/0201–727X_2021_3_157

В. Л. Шаповалов¹

ОЦЕНКА РАВНОМЕРНОСТИ УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МЕТОДОМ ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ

Аннотация. При строительстве земляного полотна железных дорог необходимо обеспечить однородность свойств конструктивных слоев по глубине всей протяженности строящегося участка. При этом контроль качества земляного полотна осуществляется дискретно. В данной работе предложен метод непрерывного определения свойств строящегося земляного полотна. Метод основан на использовании калиброван-

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Федерального агентства железнодорожного транспорта в 2021 г. (соглашение от 25.02.2021 г. № 109-03-2021-019/1).

ного прямыми методами георадара. Алгоритм обработки георадиолокационной информации автоматизирован и реализован в виде программного кода. Проверка эффективности предложенной методики была проверена на участке строящегося земляного полотна. В работе показано хорошее совпадение данных георадара с прямыми измерениями.

Ключевые слова: георадиолокация, диагностика железнодорожного пути, земляное полотно, плотность, надежность.

Для цитирования: Шаповалов В. Л. Оценка равномерности уплотнения грунтов земляного полотна при строительстве методом георадиолокации / В. Л. Шаповалов // Вестник РГУПС. – 2021. – № 3. – С. 157–170. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_157.

V. L. Shapovalov

ASSESSMENT OF THE UNIFORMITY OF COMPACTION OF THE SOIL OF THE ROADBED DURING CONSTRUCTION BY THE GEORADOLocation METHOD

Abstract. During the construction of the railway roadbed, it is necessary to ensure the uniformity of the properties of the structural layers over the depth of the entire length of the section under construction. At the same time, the quality control of the roadbed is carried out discretely. In this paper, we propose a method for continuously determining the properties of the roadbed under construction. The method is based on the use of GPR calibrated by direct methods. The algorithm for processing geo-radar information is automated and implemented in the form of a program code. The effectiveness of the proposed method was tested on the section of the roadbed under construction. The paper shows a good match of the GPR data with direct measurements.

Keywords: GPR, diagnostics of railway, roadbed, density, reliability.

For citation: Shapovalov, V. L. Assessment of the uniformity of compaction of the roadbed during construction by the georadolocation method / V. L. Shapovalov // Vestnik RGUPS. – 2021. – № 3. – P. 157–170. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_157.

Сведения об авторах

Шаповалов Владимир Леонидович
Ростовский государственный университет путей
сообщения (РГУПС),
кафедра «Путь и путевое хозяйство»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: cpd@rgups.ru

Information about the authors

Shapovalov Vladimir Leonidovich
Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Track and Track Facilities»,
Candidate of Engineering Sciences, Associate Pro-
fessor,
e-mail: cpd@rgups.ru

ТРАНСПОРТНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

УДК 621.331 : 621.311 + 06

DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_171

В. А. Осипов, А. И. Осипова

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕГРАДАЦИИ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ ВБЛИЗИ ОПОР КОНТАКТНОЙ СЕТИ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы расчета картины электрического поля вблизи опор контактной сети. Неоднородное трехмерное электромагнитное поле вблизи тела опоры сильно отличается по своим характеристикам от электрического поля в пролетах контактной сети. В работе дана оценка степени деструктивного влияния электромагнитных полей контактной сети вблизи поддерживающего зажима.

Ключевые слова: волоконно-оптический кабель, электромагнитное поле, электро-термическая деградация.

Для цитирования: Осипов, В. А. Исследование процессов электротермической деградации волоконно-оптических кабелей вблизи опор контактной сети / В. А. Осипов, А. И. Осипова // Вестник РГУПС. – 2021. – № 3. – С. 171–176. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_171.

V. A. Osipov, A. I. Osipova

RESEARCH OF THE ELECTROTHERMAL DEGRADATION PROCESSES OF THE FIBER-OPTIC CABLES NEAR THE CONTACT NETWORK POLES

Abstract. The paper deals with the calculation of the electric field pattern near the contact network supports. The inhomogeneous three-dimensional electromagnetic field near the support body differs greatly in its characteristics from the electric field in the contact network span. The paper assesses the degree of destructive influence of electromagnetic fields of the contact network near the supporting clamp.

Keywords: fiber-optic cable, electromagnetic field, electrothermal degradation.

For citation: Osipov, V. L. Research of the electrothermal degradation processes of the fiber optic cables near the contact network poles / V. L. Osipov, A. L. Osipova // Vestnik RGUPS. – 2021. – № 3. – P. 171–176. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_171.

Сведения об авторах

Осипов Владимир Александрович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Теоретические основы электротехники»,
декан, заведующий кафедрой,
e-mail: dw_@rambler.ru

Осипова Анна Ивановна

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Автоматизированные системы электро-снабжения»,
старший преподаватель,
e-mail: nyshka79@mail.ru

Information about the authors

Osipov Vladimir Alexandrovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Theoretical Basis of Electrical Engineering»,
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of Chair,
Dean of Humanitarian Faculty,
E-mail: dw_@rambler.ru

Osipova Anna Ivanovna

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Automated Systems of Power Supply»,
Associate Professor,
e-mail: nyshka79@mail.ru

УДК 621.1 + 06

DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_177

T. L. Ripоль-Сарагоси, Л. Ф. Ripоль-Сарагоси

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ГРАФИТОВЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ В СХЕМАХ АДСОРБЦИОННОЙ ОСУШКИ

Аннотация. Материал статьи посвящен исследованию возможности ресурсосбережения при замене теплообменных поверхностей из стали в пластинчатых теплообменниках на графитовые теплообменные поверхности. Данное оборудование используется в технологических схемах адсорбционной осушки сжатого воздуха на подвижном составе железных дорог и предназначено для охлаждения сжатого воздуха, поступающего в адсорбер. Необходимость такого охлаждения обусловлена свойствами адсорбционных материалов снижать влагопоглощающую способность при повышении температуры процесса.

Ключевые слова: адсорбционная осушка, графит, сталь, теплопроводность, осушка, эффективность, сжатый воздух, целесообразность, влагопоглощающая способность, адсорбция.

Для цитирования: Риполь-Сарагоси, Т. Л. Исследование возможности ресурсосбережения при применении графитовых теплообменников в схемах адсорбционной осушки / Т. Л. Риполь-Сарагоси, Л. Ф. Риполь-Сарагоси // Вестник РГУПС. – 2021. – № 3. – С. 177–184. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_171.

T. L. Ripoll-Saragosi, L. F. Ripoll-Saragosi

RESEARCH OF THE POSSIBILITY OF RESOURCE SAVING BY APPLICATION GRAPHITE HEAT EXCHANGERS IN ADSORPTION DRYING SCHEMES

Abstract. The scientific paper is devoted to the study of the possibility of resource saving when replacing heat exchange surfaces made of steel in plate heat exchangers with graphite heat exchange surfaces. This equipment is used in technological schemes of adsorption drying of compressed air on railway rolling stock and is intended for cooling the compressed air entering the adsorber. The need for such cooling is due to the properties of adsorption materials to reduce the moisture-absorbing ability when the process temperature increases.

Keywords: adsorption drying, graphite, steel, thermal conductivity, drying, efficiency, compressed air, expediency, drying, moisture absorption capacity, adsorbent

For citation: Ripoll-Saragossi, T. L. Research of the possibility of resource saving by application graphite heat exchangers in adsorption drying schemes / T. L. Ripoll-Saragossi, L. F. Ripoll-Saragossi // Vestnik RGUPS. – 2021. – № 3. – P. 177–184. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_177.

Сведения об авторах

Риполь-Сарагоси Татьяна Леонидовна

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Теплоэнергетика на железнодорожном транспорте»,
доктор технических наук, профессор,
e-mail: Ripol-saragosi@mail.ru

Риполь-Сарагоси Леонид Францискович

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

Information about the authors

Ripoll-Saragosi Tatiana Leonidovna

Rostov State Transport University (RSTU),
кафедра «Heat power engineering at railway transport»,
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
e-mail: Ripol-saragosi@mail.ru

Ripol-Saragosi Leonid Franciskovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Car and Cars Facilities»,
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
e-mail: ripol-saragosi@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

УДК 621.891 + 06

DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_185

П. Г. Иваночкин., О. В. Кудряков., И. В. Колесников, Д. С. Мантуров

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИОННО-ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ТРИБОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация. Для моделирования трибологических характеристик ионно-плазменных покрытий предлагается использовать искусственные нейронные сети. С точки зрения моделирования процессов трения и износа искусственная нейронная сеть может быть рассмотрена как форма регрессионного моделирования (отображение входных данных в выходные данные).

В качестве модели сети рассматривается многослойный персептрон, включающий входной, выходной и скрытые слои нейронов. Параметрами модели являются значения

весов и смещений. Рассмотрены входные и выходные дескрипторы модели применительно к ионно-плазменным покрытиям. В отдельный блок выделены технологические параметры формирования покрытия. В качестве выходных параметров рассматриваются трибологические характеристики – коэффициент трения и износ. Отмечено, что для моделирования трибологических свойств удобным инструментом является использование гибридной модели нейронной сети.

Ключевые слова: ионно-плазменные покрытия, магнетронное распыление, покрытия триботехнического назначения, моделирование, искусственные нейронные сети.

Для цитирования: Применение искусственных нейронных сетей для моделирования ионно-плазменных покрытий триботехнического назначения / П. Г. Иваночкин, О. В. Кудряков, И. В. Колесников, Д. С. Мантуров // Вестник РГУПС. – 2021. – № 3. – С. 185–192. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_185.

P. G. Ivanochkin, O. V. Kudryakov, I. V. Kolesnikov, D. S. Manturov

APPLICATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS FOR SIMULATION OF ION-PLASMA COATINGS FOR TRIBOTECHNICAL PURPOSE

Abstract. To simulate the tribological characteristics of ion-plasma coatings, it is proposed to use artificial neural networks. From the point of view of modeling the processes of friction and wear, an artificial neural network can be considered as a form of regression modeling (mapping of input data to output data). A multilayer perceptron is considered as a network model, which includes input, output and hidden layers of neurons. The parameters of the model are the values of weights and biases. The input and output descriptors of the model are considered as applied to ion-plasma coatings. Technological parameters of coating formation are highlighted in a separate block. Tribological characteristics - friction coefficient and wear - are considered as output parameters. It is noted that the use of a hybrid neural network model is a convenient tool for modeling tribological properties.

Keywords: ion-plasma coatings, magnetron sputtering, coatings for tribotechnical purposes, modeling, artificial neural networks

For citation: Application of artificial neural networks for simulation of ion-plasma coatings for tribotechnical purpose / P. G. Ivanochkin, O. V. Kudryakov, I. V. Kolesnikov, D. S. Manturov // Vestnik RGUPS. – 2021. – № 3. – P. 185–192. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_3_185.

Сведения об авторах

Иваночкин Павел Григорьевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Теоретическая механика»,
доктор технических наук, профессор,
e-mail: ivanochkin_p_g@mail.ru

Кудряков Олег Вячеславович

Донской государственный технический университет (ДГТУ),
кафедра «Физическое и прикладное материаловедение», заведующий кафедрой,
доктор технических наук, профессор,
e-mail: kudryakov@mail.ru

Колесников Игорь Владимирович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Теоретическая механика»,
доктор технических наук, профессор

Information about the authors

Ivanochkin Pavel Grinorievich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Theoretical Mechanics»,
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
e-mail: ivanochkin_p_g@mail.ru

Kudryakov Oleg Vyacheslavovich

Don State Technical University (DSTU),
Chair «Physical and Applied Materials Science»,
Head of Chair, Doctor of Engineering Sciences,
Professor,
e-mail: kudryakov@mail.ru

Kolesnikov Igor Vladimirovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Theoretical Mechanics»,
Doctor of Engineering Sciences, Professor

e-mail: oooedt@rambler.ru

Мантуров Дмитрий Сергеевич

Ростовский государственный университет путей
сообщения (РГУПС),

кафедра «Теоретическая механика»,

заведующий лабораторией, кандидат технических
наук,

e-mail: manturoff_dc@mail.ru

e-mail: oooedt@rambler.ru

Manturov Dmitry Sergeevich

Rostov State Transport University (RSTU),

Chair «Theoretical Mechanics»,

Head of Laboratory, Candidate of Engineering Sci-
ences,

e-mail: manturoff_dc@mail.ru

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «ВЕСТНИК РГУПС»

1 **Материалы статей** представляют в виде текстов, отформатированных и распечатанных на лазерном или струйном принтере (пригодных для сканирования) на белой бумаге формата А4 (210×297 мм) в одном экземпляре. Рекомендуемый объем статьи – 5–10 страниц.

Одновременно представляют электронную версию статьи, выполненной в текстовом редакторе Word for Windows, шрифт Times New Roman, 11 pt, межстрочный интервал – одинарный, выравнивание по ширине, абзацный отступ – 1,25 см, все поля – 2 см.

2 На первой странице должны быть указаны:

■ **УДК** – в левом верхнем углу;

■ интервал;

■ **инициалы и фамилии авторов** – по центру, курсивом;

■ интервал;

■ **название статьи** – заглавными буквами, полужирным шрифтом, по центру, без переносов;

■ интервал;

■ **аннотация** (80–150 слов);

■ **ключевые слова** (5–10 слов);

■ интервал;

■ **текст статьи** – печатается с переносами.

■ интервал;

■ **список литературы** на русском и английском языках (не менее 10 источников).

3 **Статья** должна содержать вводную часть, цель научной разработки, основную часть и выводы. Текст статьи должен быть тщательно отредактирован и готов для макетирования и верстки журнала на компьютере.

4 **Буквы** латинского алфавита набирают курсивом, буквы греческого и русского алфавитов – прямым шрифтом. Математические символы \lim , \ln , \arg , const , \sin , \cos , \min , \max и т.д. набирают прямым шрифтом. Аббревиатуры следует расшифровывать при их первом упоминании в тексте.

5 **Формулы.** Большие формулы необходимо разбить на отдельные фрагменты. Фрагменты формул по возможности должны быть независимы (при работе в формульном редакторе каждая строка – отдельный объект). Располагать формулы следует по центру строки.

Буквы J и I, e и l, h и n, q и g, V и U, O (буква) и 0 (ноль) должны различаться по начертанию.

Тире, дефис, знак «минус» обозначают соответствующими знаками. Нумеровать следует только те формулы, на которые есть ссылки в тексте. Номер формулы следует печатать в Word отдельно от формул, в круглых скобках по правому краю.

Обозначения, термины и иллюстративный материал должны соответствовать действующим ГОСТам.

6 **Рисунки и фотографии**, выполненные четко и контрастно в формате *.tif, *.jpg, *.png, с разрешением не менее 300 точек на дюйм, следует размещать в порядке их упоминания в тексте. Ссылки на рисунки в тексте и подрисовочная подпись обязательны.

7 **Таблицы** следует размещать по мере упоминания в статье. Ссылки на таблицы в тексте и названия таблиц обязательны.

8 **Список литературы** приводят общим списком в конце статьи и составляют в соответствии с последовательностью ссылок в тексте, которые обозначают арабскими цифрами в квадратных скобках. Литературу оформляют только согласно ГОСТ Р 7.0.100-2018. При наличии у статьи цифрового идентификатора объекта (DOI) его указание обязательно.

Статья должна быть обязательно подписана всеми авторами.

9 **Материалы, прилагаемые к статье,** должны содержать следующие сведения (на русском и английском языках):

- Название статьи (заглавными буквами, полужирным шрифтом).
- Фамилия, имя, отчество автора (полностью, без сокращений).
- Место работы каждого автора в именительном падеже.
- Ученая степень, ученое звание, должность.
- E-mail.
- Аннотация (краткое содержание статьи, включающее 3–4 предложения).
- Ключевые слова.

Условия и порядок публикации статей в журнале

1 **Статья должна быть оформлена по прилагаемым требованиям.**

2 **Автор имеет право опубликовать в номере одну статью.**

3 **Автор может прислать статью в адрес редакции:**

- по почте;
- по электронной почте;
- принести в редакцию и передать ответственному секретарю (гл. корпус, ком. Д 107).

4 **Статья, представляемая в редакцию, должна соответствовать тематике издания.**

Тематика журнала охватывает основные проблемы транспорта, а также энергетики, машиностроения и управления. Публикуются статьи по следующим секциям:

- машиностроение;
- подвижной состав, безопасность движения и экология;
- информационные технологии, автоматика и телекоммуникации;
- управление и логистика на транспорте;
- железнодорожный путь и транспортное строительство;
- транспортная энергетика;
- моделирование систем и процессов.

5 **Редакционная коллегия принимает для публикации статьи после тщательной научной экспертизы.**

Для публикации отбирают статьи, которые представляют научный интерес и являются новой ступенью в разработке данной проблемы. Статьи публицистического плана не принимаются.

6 **На заседании редколлегии принимают решение о возможности публикации статьи только при наличии положительной рецензии.**

7 **Все расходы по подготовке к публикации и изданию журнала оплачивает университет, в том числе и почтовые расходы при пересылке журнала авторам.**

Краткая информация о журнале

Научно-технический журнал «Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения» («Вестник РГУПС») зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (РОСКОМНАДЗОР), свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-77245 от 20 ноября 2019 г. Журнал имеет международный стандартный сериальный номер (ISSN 0201-727X), присвоенный Книжной палатой Российской Федерации.

Учредителем и издателем является Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО РГУПС).

Главный редактор журнала – академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор В.И. Колесников.

В состав редакционной коллегии входят ведущие ученые РГУПС, а также других транспортных и академических университетов Северо-Кавказского региона, Москвы, Санкт-Петербурга, Республики Беларусь, Чешской Республики, Польши, Франции.

Журнал выходит с периодичностью 4 номера в год, т.е. каждый квартал.

С апреля 2004 года «Вестник РГУПС» включен в «Перечень периодических научных и научно-технических изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых рекомендуется публикация основных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук» (решение Президиума ВАК № 6/4 от 06.02.2004 г.). Журнал вошел во все последующие редакции Перечня.

«Вестник РГУПС» – подписное издание. С 2004 года журнал был включен в каталог подписных изданий агентства «Роспечать», а затем в каталог подписных изданий Объединённого каталога «Пресса России» (www.pressa-rg.ru) под индексом 53720.

Подписаться на журнал можно в любом отделении связи, распространяется журнал на территории Российской Федерации. Подписку можно оформить на квартал, на полгода или на год.

Журнал «Вестник РГУПС» бесплатно рассылается всем отраслевым вузам, в ряд вузов Министерства образования и науки России, центральным и зональным научно-техническим библиотекам, НИИ информации.

Почтовый адрес редакции:

344038, г. Ростов н/Д, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2.

Ростовский государственный университет путей сообщения.

Редакция журнала «Вестник РГУПС».

Телефон: +7 (863) 272-62-74. Факс: +7 (863) 255-37-85.

E-mail: pmv_nis@rgups.ru ; nis@rgups.ru (дополнительный).

Архив журнала и требования по оформлению статей размещены на сайте <http://vestnik.rgups.ru>

Научное издание

**ВЕСТНИК
Ростовского государственного университета
путей сообщения**

Научно-технический журнал

№ 3 (83)

2021

Уважаемые читатели!

Вы можете подписаться на наш журнал на сайте www.pressa-rf.ru.
Индекс журнала по каталогу 53720

Полнотекстовая версия статей находится в открытом доступе на сайте
Российской научной электронной библиотеки: www.elibrary.ru
Журнал обрабатывается в системах индексов научного цитирования
РИНЦ и Science Index

Требования к оформлению статей размещены на сайте
<http://vestnik.rgups.ru>

Редакторы: А. В. Артамонов, Т. В. Бродская,
Т. И. Исаева, Т. М. Чеснокова, К. И. Гамзаева,
А. П. Кононенко (английский текст)

Корректоры: А. В. Артамонов, Т. В. Бродская,
Т. И. Исаева, Т. М. Чеснокова, К. И. Гамзаева,
А. П. Кононенко (английский текст)

Оригинал-макет журнала подготовлен А. О. Полуниной

Подписано в печать 28.09.2021.

Дата выхода в свет 30.09.2021.

Печать офсетная.

Знак информационной продукции 16+.

Формат 60×84/8.

Усл. печ. л. 22,64.

Тираж 510 экз.

Цена свободная.

Бумага офсетная.

Изд. № 51.

Заказ 74.

Учредитель:

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)**

Адрес университета, издателя, редакции:

344038, г. Ростов н/Д, пл. Ростовского Стрелкового Полка
Народного Ополчения, д. 2.

Телефон редакции +7 (863) 272-62-74; факс +7 (863) 255-37-85.

E-mail: pmv_nis@sci.rgups.ru; nis@rgups.ru

Адрес типографии

Издательство «D&V». Св-во № 003679887.

344037, г. Ростов-на-Дону, ул. 20 линия, 54.

E-mail: divprint@mail.ru. Телефон +7 (918) 543-75-63.