

Редакция

Главный редактор

Радченко С.Ю. д-р техн. наук, проф.

Заместители главного редактора:

Барсуков Г.В. д-р техн. наук, проф.

Гордон В.А. д-р техн. наук, проф.

Подмастерьев К.В. д-р техн. наук, проф.

Савин Л.А. д-р техн. наук, проф.

Шоркин В.С. д-р физ.-мат. наук, проф.

Члены редколлегии:

Бухач А. д-р техн. наук, проф. (Польша)

Голенков В.А. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Дьяконов А.А. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Емельянов С.Г. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Запонец Я. д-р техн. наук, проф. (Чехия)

Зубчанинов В.Г. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Киричек А.В. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Копылов Ю.Р. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Кузичкин О.Р. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Кухарь В.Д. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Лавриненко В.Ю. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Ли Шэнбо. канд. техн. наук, доц. (Китай)

Мирсалимов В.М. д-р физ.-мат. наук, проф. (Азербайджан)

Мудлокин О.П. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Осадчий В.Я. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Пилипенко О.В. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Поляков Р.Н. д-р техн. наук, доц. (Россия)

Распопов В.Я. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Смоленцев В.П. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Содаткин В.М. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Старовойтов Э.И. д-р физ.-мат. наук, проф. (Беларусь)

Степанов Ю.С. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Хейфец М.Л. д-р техн. наук, проф. (Беларусь)

Ответственный секретарь:

Тюхта А.В. канд. техн. наук

Адрес редакции

302030, г. Орел, ул. Московская, 34

+7(920)2806645, +7(906)6639898

http://oreluniver.ru

E-mail: radsu@rambler.ru

Зарег. в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство ПИ № ФС77-67029 от 30 августа 2016 года

Подписной индекс 29504 по объединенному каталогу «Пресса России»

© ОГУ имени И.С. Тургенева, 2019

Содержание

Теоретическая механика и ее приложения

Галактионова А.В., Емалетдинов А.К. Рост поры при высоком градиенте температуры в пластине из жаропрочных никелевых сплавов..... 3

Механика деформируемого твердого тела, динамика и прочность

Романенко Э.А., Русских Г.С., Соколовский З.Н. Повышение звукоизоляционной характеристики сетчато-пластинчатой панели путем оптимизации геометрии пластин..... 8

Машиностроительные технологии и оборудование

Муравьев А.А., Тарапанов А.С., Маркова Н.С., Грачева О.А. Исследование номинальной поверхности кругового зуба пластмассового цилиндрического колеса при формообразовании методом послойного наплавления (FDM)..... 14

Труфанов Н.Н., Самойлов В.Б. Оптимизация технологического процесса реновации с использованием математического аппарата нечёткой логики..... 20

Машиноведение и мехатроника

Мищенко Е.В., Мищенко В.Я., Печурин А.С. Моделирование перемешивающего устройства в среде Matlab/Simulink/Simmechanics..... 30

Корнаева Е.П., Корнаев А.В., Корнаев Н.В. Нейросетевые модели диагностики состояния роторно-опорных систем с подшипниками жидкостного трения..... 37

Приборы, биотехнические системы и технологии

Лисичкин В.Г. К вопросу о выборе критерия при разработке оптимального детектора для стегоанализа..... 47

Контроль, диагностика, испытания и управление качеством

Качанов А.Н., Качанов Н.А., Миронов Е.А. Бесконтактный способ контроля толщины днища ванны для горячего оцинкования стальной проволоки..... 54

Давыдова Н.В., Гудилов А.Л., Дубровин А.Г., Иванов Ю.Н. Перспективы совершенствования рабочего места по проверке средств измерений параметров волоконно-оптических систем связи и передачи информации..... 59

Колтунов И.И., Матросова В.В. Приборная оценка параметров вибраций с помощью лазерной измерительной системы контроля круглости..... 68

Архипенко А.А., Корогодина И.В., Мосин Ю.В. К вопросу о мониторинге по электромагнитному фактору объектов подвижной радиосвязи..... 73

Материалы международной научно-технической конференции «Динамика, надежность и долговечность механических и биомеханических систем»

Матвеев В.Т., Дологлонян А.В., Очеретяный В.А. Параметры рабочего тела замкнутых микрогазотурбинных установок с окислителем воздухом..... 82

Харченко А.О., Долгин В.П., Харченко А.А., Владецкая Е.А. Оценка требуемого объема выборки при моделировании и анализе технических систем..... 88

Ченгарь О.В., Шевченко В.И., Мащенко Е.Н. Экспериментальное исследование адекватности модели организационного планирования загрузки технологического оборудования машиностроительного производства..... 95

Коваль К.А. Об оптимизации пропульсивных качеств составного плавникового движителя... 103

Абушик Г.В. Оценка сопротивляемости разрушению элементов паротурбинного оборудования с трещинами..... 113

Федоровский К.Ю. Влияние на теплопередачу через судовую обшивку состояния ее наружной поверхности..... 121

Головин В.И., Радченко С.Ю. Система прогнозирования возникновения нештатных ситуаций при механической обработке на основе сверточных нейронных сетей..... 126

Неменко А.В., Никитин М.М. Оценка влияния циклических нагрузок при механической обработке валов..... 134

Дологлонян А.В., Матвеев В.Т. Выбор рабочего тела и оптимизация параметров органического цикла Ренкина..... 139

Буркова Е.В., Бурков Д.В. Возможность круглогодичного использования солнечной энергии в Крыму..... 151

Editorial Committee

Editor-in-chief

Radchenko S.Yu. Doc. Sc. Tech., Prof.

Editor-in-chief Assistants:

Barsukov G.V. Doc. Sc. Tech., Prof.

Gordon V.A. Doc. Sc. Tech., Prof.

Podmasteryev K.V. Doc. Sc. Tech., Prof.

Savin L.A. Doc. Sc. Tech., Prof.

Shorkin V.S. Doc. Sc. Ph. - Math., Prof.

Member of editorial board:

Bukhach A. Doc. Sc. Tech., Prof. (Poland)

Golenkov V.A. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)

Dyakonov A.A. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)

Emelyanov S.G. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)

Zapomel Ya. Doc. Sc. Tech., Prof. (Czech Republic)

Zubchaninov V.G. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)

Kirichek A.V. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)

Kopylov Yu.R. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)

Kuzichkin O.R. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)

Kukhar V.D. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)

Lavrynenko V.Yu. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)

Li Shenbo. Cand. Sc. Tech., Assist. Prof. (China)

Mirsalimov V.M. Doc. Sc. Ph. - Math., Prof. (Azerbaijan)

Mulyukin O.P. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)

Osadchy V.Ya. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)

Pilipenko O.V. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)

Polyakov R.N. Doc. Sc. Tech., Assist. Prof. (Russia)

Raspopov V.Ya. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)

Smolenzev V.P. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)

Soldatkin V.M. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)

Starovoitov A.I. Doc. Sc. Ph. - Math., Prof. (Belarus)

Stepanov Yu.S. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)

Heifets M.I. Doc. Sc. Tech., Prof. (Belarus)

Executive secretary:

Tyukhta A.V. Candidate Sc. Tech.

Address

302030 Orel, Moskovskaya ul., 34
+7(920)2806645, +7(906)6639898
http://oreluniver.ru
E-mail: radsu@rambler.ru

Journal is registered in Federal Agency of supervision in sphere of communication, information technology and mass communications. The certificate of registration PI № FS77-67029 from 30.08.2016

Index on the catalogue of the
«Pressa Rossi» 29504

© Orel State University, 2019

Contents

Theoretical mechanics and its applications

Galaktionova A.V., Emaletdinov A.K. Pore growth with a high temperature gradient in plate made of heat-resistant nickel alloys..... 3

Mechanics of deformable solids, dynamics and strength

Romanenko E.A., Russkikh G.S., Sokolovsky Z.N. Increase of sound insulation of the grid-plate panel by optimizing the plates geometry..... 8

Machine-building technologies and equipment

Muravev A.A., Tarapanov A.S., Markova N.S., Gracheva O.A. Investigation of the nominal surface of the circular tooth plastic cylindrical wheel when producing by technology FDM..... 14
Trufanov N.N., Samoylov V.B. Optimization of technological process of renovation with the use of mathematical apparatus of fuzzy logic..... 20

Machine Science and Mechatronics

Mishchenko E.V., Mishchenko V.Ya., Pechurin A.S. Modeling of the mixing device in Matlab/Simulink/Simmechanics..... 30
Kornaeva E.P., Kornaev A.V., Kornaev N.V. Neural network diagnostic models of state of rotor - support systems with fluid film bearings..... 37

Devices, biotechnical systems and technologies

Lisichkin V.G. To a question on a criterion choice by working out of the optimum detector for steganalysis..... 47

Monitoring, Diagnostics, Testing and Quality Management

Kachanov A.N., Kachanov N.A., Mironov E.A. Non-contact method for controlling bottom thickness of bathfor steel wire hot zinc-plating..... 54
Davydova N.V., Gudkov A.L., Dubrovin A.G., Ivanov Y.N. Prospects for improving the workplace for the verification of measuring instruments of parameters of fiber-optical communication systems and transmission of information..... 59
Koltunov I.I., Matrosova V.V. Instrument estimation of vibration parameters by means of a laser measurement system for the control of roundness..... 68
Archipenko A.A., Korogodina I.V., Mosin Yu.V. The question about the monitoring of electromagnetic factor of mobile radiocommunication objects..... 73

Materials of the international scientific and technical conference «Dynamics, reliability and durability of mechanical and biomechanical systems»

Matvienko V.T., Dologlonyan A.V., Ocheretyany V.A. Parameters of the working medium of the closed microgas turbine plants with the oxidizer air..... 82
Kharchenko A.O., Dolgin V.P., Kharchenko A.A., Vladetskaya E.A. Assessment of the required volume of the sampling in modeling and analysis of technical systems..... 88
Chengar O.V., Shevchenko V.I., Mashenko E.N. Experimental study of the adequacy of the model of organizational planning of loading technological equipment of machine-building production..... 95
Koval K.A. The optimization of propulsive qualities of a composite fin propeller..... 103
Abushik G.V. Evaluation of resistance to destruction of elements of steam-turbine equipment with cracks..... 113
Fedorovskiy K.Yu. Influence on heat transfer through a ship coverage of the state of its external surface..... 121
Golovin V.I., Radchenko S.Yu. Convolutional neural network based prognosis for the prediction of abnormal situations during mechanical processing..... 126
Nemenko A.V., Nikitin M.M. Control of curved surface finishing by the criterion of geometrical accordance..... 134
Dologlonyan A.V., Matvienko V.T. Choice of the working medium and optimization of parameters of organic Renkin cycle..... 139
Burkova E.V., Burkov D.V. The possibility of year-round use of solar energy in the Crimea..... 151

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

УДК 621.785

А.В. ГАЛАКТИОНОВА, А.К. ЕМАЛЕТДИНОВ

РОСТ ПОРЫ ПРИ ВЫСОКОМ ГРАДИЕНТЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В ПЛАСТИНЕ ИЗ ЖАРОПРОЧНЫХ НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ

Аннотация. *Рассматривается скорость роста пор критического радиуса при воздействии высоких температур с учетом параметров микроструктуры. Приведена система уравнений для скорости роста поры при данных условиях в наноструктурных никелевых сплавах.*

Ключевые слова: *концентрация вакансий, пересыщение вакансиями, скорость роста поры, высокий температурный градиент, жаропрочные сплавы.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Р.Е. Шалин, И.Л. Светлов, Е.Б. Качанов. Монокристаллы никелевых жаропрочных сплавов. М.: Машиностроение. 1977. 336 с.
2. Е.Н. Каблов Литые лопатки газотурбинных двигателей. Сплавы, технология, покрытия. М.: МИСиС. 2001. 632с.
3. В.А. Богуслаев, Ф.М. Муравченко, П.Д. Жеманюк. Технологическое обеспечение эксплуатационных характеристик деталей ГТД. Запорожь., ОАО «Мотор Сич». 2003. т.1,2.
4. Я.Е. Гегузин, М.А. Кривоглаз. Движение макроскопических включений в твердых телах. Metallurgy. 1971. 142с.
5. П.Г. Черемской, В.В. Слезов, В.И. Бетехтин. Поры в твердом теле. М.: Энергоатомиздат. 1990. 376с.
6. И.Л. Светлов, И.В. Исходжанова, Л.Г. Евченков. Исследование высокотемпературной ползучести и дефектности структуры монокристаллов никелевого жаропрочного сплава после горячего изостатического прессования // Деформация и разрушение. – 2011, №3, с.28-32.
7. Б.С. Бокштейн, А.И. Епишин, В.А. Есин, А.О. Родин, И.Л. Светлов, Т. Линк. Рост и залечивание пор в монокристаллах жаропрочных сплавов на никелевой основе // Функциональные материалы. – 2007, т.1, №5, с.75-79.
8. М.Р. Орлов. Технологическое обеспечение ресурса рабочих лопаток первых ступеней турбины авиационных и наземных газотурбинных двигателей: дис. на соискание уч. ст. д-ра техн. наук / М.Р. Орлов. - М., 2008. – 203 с.
9. Я.Е. Гегузин. Диффузионная зона. М.: Наука. 1979. 344с.
10. D. Hull, D.E. Rimmer. The growth of grain-boundary voids under stress // Philosophical Magazine. – 1959, V.4, p. 673-687.
11. I. W. Chen, A. S. Argon. Diffusive growth of grain-boundary cavities // Acta Met. – 1981, V. 29, p. 1759-1768.
12. С.А. Кукушкин. Начальные стадии хрупкого разрушения твердых тел // Успехи механики. – 2003, №2, с.24.

Галактионова Арина Владимировна
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный
авиационный технический университет», г. Уфа
Ассистент кафедры общей физики УГАТУ,
450000, г. Уфа, ул.К.Маркса, 12
Тел. 89174687790
E-mail: g-arina@yandex.ru

Емалетдинов Алик Камирович
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный
авиационный технический университет», г. Уфа Д.ф.-
м.н., проф. кафедры общей физики УГАТУ,
450000, г. Уфа, ул.К.Маркса, 12
Тел. 89053546374
E-mail: emaletd@mail.ru

A. V. GALAKTIONOVA, A. K. EMALETDINOV

PORE GROWTH WITH A HIGH TEMPERATURE GRADIENT IN PLATE MADE OF HEAT-RESISTANT NICKEL ALLOYS

Abstract. *We consider the growth rate of a critical radius pore when exposed to high temperatures, taking into account the parameters of microstructure. The system of equations for the pore growth rate under the given conditions in nanostructured nickel alloys is given.*

Keywords: *vacancy concentration, vacancy supersaturation, pore growth rate, high temperature gradient, heat-resistant alloys.*

BIBLIOGRAPHY

1. P.E. Shalin, I.L. Svetlov, E.B. Kachanov. Single crystals of nickel superalloys. M.: Mechanical Engineering. 1977. 336 p.
2. E.N. Kablov. Cast blades of gas turbine engines. Alloys, technology, coating. M.: MISiS. 2001. 632p.
3. V.A. Boguslaev, F.M. Muravchenko, P.D. Zhemanyuk. Technological support of operational characteristics of CCD parts. Zaporozhye., Motor Sich JSC. 2003. v.1,2.
4. Ya. E. Geguzin, M.A. Krivoglaz. Motion of macroscopic inclusions in solids. Metallurgy. 1971. 142p.
5. P.G. Cheremskoy, V.V. Tears, V.I. Betehtin. Pores in solid. M.: Energoatomizdat. 1990. 376p.
6. I.L. Svetlov, I.V. Istozhanova, L.G. Evchenov. Study of high-temperature creep and imperfection of the structure of single crystals of a nickel heat-resistant alloy after hot isostatic pressing // Deformation and destruction. - 2011, №3, p.28-32.
7. B.S. Bokstein, A.I. Epishin, V.A. Esin, A.O. Rodin, I.L. Svetlov, T. Link. Growth and healing of pores in single crystals of nickel-based superalloys // Functional materials. - 2007, V. 1, No. 5, pp.75-79.
8. M.P. Orlov. Technological support of the resource of first stages working blades in the aviation turbine and ground-based gas turbine engines: dis. for competition uch. Art. Dr. techn. Sciences / M.R. Orlov. - M., 2008. - 203 p.
9. Ya.E. Geguzin. Diffusion zone. M.: Science. 1979. 344p.
10. D. Hull, D.E. Rimmer The growth of grain-boundary voids under stress // Philosophical Magazine. - 1959, V.4, p. 673-687.
11. I. W. Chen, A. S. Argon. Growth of grain-boundary cavities // Acta Met. - 1981, V. 29, p. 1759-1768.
12. S.A. Kukushkin. The initial stages of brittle fracture of solids // Successes of Mechanics. - 2003, №2, p.24.

Galaktionova Arina Vladimirovna

«USATU», Ufa

Assistant at the Department of physics USATU,

450008, Ufa, Karl Marx str., 12

Ph.: 89174687790

E-mail: g-arina@yandex.ru

Emaletdinov Alik Kamilovich

«USATU», Ufa

Ph.D., professor at the Department of physics USATU,

450008, Ufa, Karl Marx str., 12

Ph.: 89053546374

E-mail: emaletd@mail.ru

МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА, ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ

УДК 534.833.5

Э.А. РОМАНЕНКО, Г.С. РУССКИХ, З.Н. СОКОЛОВСКИЙ

ПОВЫШЕНИЕ ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕТЧАТО-ПЛАСТИНЧАТОЙ ПАНЕЛИ ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ ГЕОМЕТРИИ ПЛАСТИН

Аннотация. Обеспечение звукоизоляции низкочастотного шума является актуальной задачей в области технической и архитектурной акустики. В настоящее время динамично развивается класс конструкций, решающих данную проблему. Эффективность достигается определенным построением геометрии изолирующих преград, отличающимся от классического подхода. Объектом данного исследования является гибкая многослойная звукоизолирующая панель. Жесткие внешние слои представлены набором металлических квадратных пластин, средняя часть – слои базальтовой ткани, закреплённые на металлической сетке. Гибкость панели обеспечивается наличием зазоров между пластинами. Известно, что зазоры и отверстия снижают звукоизоляцию. Поэтому необходимо определить рациональные пути оптимизации конструкции для устранения указанного эффекта. В данном исследовании:

1) приведена расчетная оценка зависимости звукоизоляции от величины зазора;

2) предложен метод оптимизации конструкции.

Результаты, полученные при аналитической оценке звукоизоляции, подтверждают эффективность предложенного метода. Техническое решение представляется простым для реализации.

Ключевые слова: Звукоизоляция, звукоизолирующая панель, акустические отверстия, низкие частоты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 9416532B2 США, МКИЗ E04B1/82, E04B1/84, G10K11/172. Interior sound absorption sheet and sound absorbing sound-proofing panel containing same / Gil-Ho KANG, Seong-Moon Jung, Bong-Gyu Kang – № 14/412249; заявл. 25.06.2013; опубл. 16.08.2016. – 16 с.
2. Small perforations in corrugated sandwich panel significantly enhance low frequency sound absorption and transmission loss / H. Meng [et al.] // Composite Structures. – 2017. – Vol. 182. – P. 1-11.
3. A composite and deformable honeycomb acoustic metamaterial / N. Gao, H. Hou, J.H. Wu. // International Journal of Modern Physics B. – 2018. – Т. 32, №. 20. – P. 1850204.
4. Experimental investigation of vibration damper composed of acoustic metamaterials / L. Sun // Applied Acoustics. – 2017. – Vol. 119. – P. 101-107.
5. Low frequency sound insulation analysis and evaluation of stiffened building structures / D.Y. Ou // Building and Environment. – 2015. – Vol. 94. – P. 802-809.
6. Trapped modes and resonance wave transmission in a plate with a system of notches / Glushkov E. [et al.] // Journal of Sound and Vibration. – 2018. – Vol. 412. – P. 360-371.
7. Пат. 107802 Российская Федерация, МПК E04B2/00 (2006.01). Звукоизолирующая вибродемпфированная слоистая панель с измененной изгибной жесткостью / А. А. Кочкин, Л. Э. Шашкова; патентообладатель Волог. гос. техн. ун-т. – № 2010150067; заявл. 06.12.2010; опубл. 27.08.2011. Бюл. № 24. – 2 с.
8. Пат. 2182626 Российская Федерация, МПК E04B 1/82. Звукопоглощающий элемент и способ его производства, звукопоглощающая система и способ её производства, звукопоглощающее устройство / Книпстейн Дейл (СА); патентообладатель Книпстейн Дейл (СА). – № 98115849; заявл. 23.01.1997; опубл. 20.05.2002. – 8 с.
9. Improvement of sound insulation of doors or windows by absorption treatment inside the peripheral gaps / T. Asakura, S. Sakamoto // Acoustical Science and Technology. – 2013. – Т. 34., №. 4. – P. 241-252.
10. Study of the compatibility between sound insulation performance and ventilation performance in gaps by installing nonwoven fabrics / T. Shimizu, S. Koizumi // Building and Environment. – 2015. – Т. 94. – P. 335-343.
11. Numerical analyses and experimental evaluation of reduction technique for sound transmission through gaps / T. Shimizu, Y. Kawai, D. Takahashi // Applied Acoustics. – 2015. – Т. 99. – P. 97-109.
12. Пат. 2588410 Российская Федерация, МПК B60R 3/08 (2006.01). Панель звукоизолирующая и способ ее изготовления / В.А. Адонин, А.В. Зубарев, Д.А. Романюк, А.Ф. Зелов; патентообладатель ФГУП «НПП Прогресс» – № 20151116232/11 ; заявл. 28.04.2015; опубл. 27.06.2016. Бюл. № 18. – 8 с.
13. Исследование особенностей звукоизоляции гибкими панелями / Э.А. Романенко [и др.] // Проблемы машиноведения: материалы II Междунар. науч.-техн. конф. (Омск, 27-28 фев. 2018 г.) / ОмГТУ. – Омск, 2018. – С. 103-108.
14. Romanenko E.A. Development of a mathematical model of sound insulation with flexible panels [Electronic resource] / E.A. Romanenko, G.S. Russkikh, Z.N. Sokolovskiy // Mechanical Science and Technology Update: conference proceeding (Omsk, 27-28 February) / Omsk State Technical University. – Omsk, 2018. – DOI:10.1088/1742-6596/1050/1/012070 DOCUMENT TYPE: Scopus.

Романенко Элина Айваровна
 ФГБОУ ВО «Омский
 Государственный
 Технический Университет»,
 г. Омск
 Аспирант каф. «Основы теории
 механики
 и автоматического управления»
 644050, г. Омск, пр. Мира, 11
 Тел.: 8-950-333-42-77
 E-mail:
 elinaromanenko18@gmail.com

Русских Григорий Серафимович
 ФГБОУ ВО «Омский
 Государственный
 Технический Университет»,
 г. Омск
 К.т.н., доцент каф. «Основы теории
 механики и автоматического
 управления»
 Директор НОПЦ «Политест»
 644050, г. Омск, пр. Мира, 11
 Тел.: 8-913-664-95-52
 E-mail: russkikh_gs@mail.ru

Соколовский Зиновий Наумович
 ФГБОУ ВО «Омский
 Государственный
 Технический Университет»,
 г. Омск
 К.т.н., доцент каф.
 «Машиноведение»
 644050, г. Омск, пр. Мира, 11
 Тел.: 89136891655
 E-mail: ninasok@yandex.ru

E.A. ROMANENKO, G.S. RUSSKIKH, Z.N. SOKOLOVSKY

INCREASE OF SOUND INSULATION OF THE GRID-PLATE PANEL BY OPTIMIZING THE PLATES GEOMETRY

Abstract. Ensuring of the sound insulation of low-frequency noise is an actual task in the field of technical and architectural acoustics. Currently, the class of structures solving this problem is dynamically developing. Efficiency is achieved by a specific geometry of insulating barriers, different from the classical approach. The object of this study is a flexible multi-layer soundproofing panel. The hard outer layers are represented by a set of metallic square plates, the middle part - layers of basalt fabric, fixed on a metal grid. The flexibility of the panel is provided by the presence of

gaps between the plates. It is known that gaps and holes reduce sound insulation. Therefore, it is necessary to determine the rational ways to optimize the structure to eliminate this effect. In this study:

1) provides a calculated estimate of the dependence of sound insulation on the size of the gap;

2) proposed a method of optimization of the structure.

The results obtained in the analytical evaluation of sound insulation confirm the effectiveness of the proposed method. The technical solution is simple to implement.

Keywords: Sound insulation, soundproofing panel, acoustic holes, low frequencies.

BIBLIOGRAPHY

1. Pat. 9416532B2 SHA, MKIZ E04B1/82, E04B1/84, G10K11/172. Interior sound absorption sheet and sound absorbing sound-proofing panel containing same / Gil-Ho KANG, Seong-Moon Jung, Bong-Gyu Kang – № 14/412249; zayavl. 25.06.2013; opubl. 16.08.2016. – 16 s.

2. Small perforations in corrugated sandwich panel significantly enhance low frequency sound absorption and transmission loss / H. Meng [et al.] // Composite Structures. – 2017. – Vol. 182. – P. 1-11.

3. A composite and deformable honeycomb acoustic metamaterial / N. Gao, H. Hou, J.H. Wu. // International Journal of Modern Physics B. – 2018. – T. 32, №. 20. – P. 1850204.

4. Experimental investigation of vibration damper composed of acoustic metamaterials / L. Sun // Applied Acoustics. – 2017. – Vol. 119. – P. 101-107.

5. Low frequency sound insulation analysis and evaluation of stiffened building structures / D.Y. Ou // Building and Environment. – 2015. – Vol. 94. – P. 802-809.

6. Trapped modes and resonance wave transmission in a plate with a system of notches / Glushkov E. [et al.] // Journal of Sound and Vibration. – 2018. – Vol. 412. – P. 360-371.

7. Pat. 107802 Rossiyskaya Federatsiya, MPK E04B2/00 (2006.01). Zvukoizoliruyushchaya vibrodempfirovannaya sloistaya panel s izmenennoy izgibnoy jestkost yu / A.A. Kochkin, L.E. Shashkova; patentoobladatel Volog. gos. tekhn. un-t. – № 2010150067; zayavl. 06.12.2010; opubl. 27.08.2011. Byul. № 24. – 2 s.

8. Pat. 2182626 Rossiyskaya Federatsiya, MPK E04V1/82 Zvukopogloshchayushchiy element i sposob ego proizvodstva, zvukopogloshchayushchaya sistema i sposob ego proizvodstva, zvukopogloshchayushcheye ustroystvo / Knipsteyn Deyl (SA); patentoobladatel Knipsteyn Deyl (SA). – № 98115849; zayavl. 23.01.1997; opubl. 20.05.2002. – 8 s.

9. Improvement of sound insulation of doors or windows by absorption treatment inside the peripheral gaps / T. Asakura, S. Sakamoto // Acoustical Science and Technology. – 2013. – T. 34., №. 4. – P. 241-252.

10. Study of the compatibility between sound insulation performance and ventilation performance in gaps by installing nonwoven fabrics / T. Shimizu, S. Koizumi // Building and Environment. – 2015. – T. 94. – P. 335-343.

11. Numerical analyses and experimental evaluation of reduction technique for sound transmission through gaps / T. Shimizu, Y. Kawai, D. Takahashi // Applied Acoustics. – 2015. – T. 99. – P. 97-109.

12. Pat. 2588410 Rossiyskaya Federatsiya, MPK B60R3/08 (2006.01). Panel zvukoizoliruyushchaya i sposob ego izgotovleniya / V.A. Adonin, A.V. Zubarev, D.A. Romanyuk, A.F. Zelov; patentoobladatel FGUP «NPP Progress» – № 20151116232/11 ; zayavl. 28.04.2015; opubl. 27.06.2016. Byul. № 18. – 8 s.

13. Issledovaniye osobennostey zvukoizolyatsii gibkimi panelyami / E.A. Romanenko [i dr.] // Problemy mashinovedeniya: materialy II Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. (Omsk. 27-28 fev. 2018 g.) / OmGTU. – Omsk. 2018. – S. 103-108.

14. Romanenko E.A. Development of a mathematical model of sound insulation with flexible panels [Electronic resource] / E.A. Romanenko, G.S. Russkikh, Z.N. Sokolovskiy // Mechanical Science and Technology Update: conference proceeding (Omsk, 27-28 February) / Omsk State Technical University. – Omsk, 2018. – DOI:10.1088/1742-6596/1050/1/012070 DOCUMENT TYPE: Scopus.

Romanenko Elina Aivarovna

«Omsk State Technical University»,
Omsk
graduate student dep. "Fundamentals of
the theory of mechanics and automatic
control»,
644050, Omsk, Mira ave, 11
Ph.: 8-950-333-42-77
E-mail: elinaromanenko18@gmail.com

Russkikh Grigory Serafimovich

«Omsk State Technical University»,
Omsk
PhD, lecturer dep. «Fundamentals of
the theory mechanics and automatic
control» director of Scientific and
Educational Resource
Center «Politest»
644050, Omsk, Mira ave, 11
Ph.: 8-913-664-95-52
E-mail: russkikh_gs@mail.ru

Sokolovsky Zinovy Naumovich

«Omsk State Technical
University», Omsk
PhD, lecturer dep. « Machine
Science»,
644050, Omsk, Mira ave, 11
Ph.: 8-913-689-16-55
E-mail: ninasok@yandex.ru

А.А. МУРАВЬЕВ, А.С. ТАРАПАНОВ, Н.С. МАРКОВА, О.А. ГРАЧЕВА

ИССЛЕДОВАНИЕ НОМИНАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ КРУГОВОГО ЗУБА ПЛАСТМАССОВОГО ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО КОЛЕСА ПРИ ФОРМООБРАЗОВАНИИ МЕТОДОМ ПОСЛОЙНОГО НАПЛАВЛЕНИЯ (FDM)

Аннотация. В статье проводится анализ площади номинальной поверхности кругового зуба цилиндрического колеса. Определены факторы, от которых зависит площадь: модуль и количество зубьев. Рассмотрены особенности формообразования пластмассовых цилиндрических колес с круговым зубом по технологии FDM. Получена 3D-модель номинальной поверхности кругового зуба, на основании математической модели. Установлено, что с увеличением числа зубьев изменяется номинальная поверхность незначительно. Изменение модуля зубчатого колеса оказывает существенное влияние на размеры площади номинальной поверхности.

Ключевые слова: номинальная поверхность, математическое моделирование, круговой зуб, колесо с круговым зубом, аддитивные технологии, FDM, пластмассовые зубчатые колеса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kapil Gupta, Rolf F. Laubscher, Neelesh Kumar Jain. Advanced Gear Manufacturing and Finishing: Classical and Modern Processes. – Academic Press, 2017. – 240 p.
2. Gear materials, properties, and manufacture/ edited by J.R. Davis. ASM International., 2005. – 339 p.
3. Муравьев А.А. Особенности изготовления пластмассовых цилиндрических зубчатых колес с круговым зубом по аддитивной технологии /Научно-технические и виброволновые технологии обработки деталей высокотехнологичных изделий: материалы междунаро. науч. симпозиума технологов-машиностроителей (Ростов-на-Дону, 26-28 сент. 2018). Ростов-на-Дону, ДГТУ, 2018. (299) С. 250-254.
4. Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б. Технологии аддитивного производства. Трёхмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство. М.: ТЕХНОСФЕРА, 2016. - 656 с.
5. Муравьев А.А. Особенности твердотельного моделирования цилиндрического зубчатого колеса с круговым зубом для изготовления по FDM технологии / А.А. Муравьев, А.С. Тарапанов // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – Орел, 2018. – № 4-2. – С. 141–146.
6. Шишковский И.В. Основы аддитивных технологий высокого разрешения. - СПб.: Питер, 2016. - 400 с.

Муравьев Андрей Александрович
ОГУ имени И.С. Тургенева, г. Орел
Аспирант кафедры машиностроения
302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95
E-mail: andrei-20101@yandex.ru

Тарапанов Александр Сергеевич
ОГУ имени И.С. Тургенева, г. Орел
Доктор технических наук, профессор
кафедры машиностроения
302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95
E-mail: tarapanov@ Rambler.ru

Маркова Наталья Сергеевна
ОГУ имени И.С. Тургенева, г. Орел
Студент кафедры электроники, радиотехники и
систем связи
302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95
E-mail: maggotps@gmail.com

Грачева Ольга Андреевна
ОГУ имени И.С. Тургенева, г. Орел
Студент кафедры индустрии моды
302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95
E-mail: gracheva-o.98@yandex.ru

A.A. MURAVEV, A.S. TARAPANOV, N.S. MARKOVA, O.A. GRACHEVA

INVESTIGATION OF THE NOMINAL SURFACE OF THE CIRCULAR TOOTH PLASTIC CYLINDRICAL WHEEL WHEN PRODUCING BY TECHNOLOGY FDM

Abstract. The article analyzes the area of the nominal surface of a circular tooth of a cylindrical wheel. The factors that determine the area: the module and the number of teeth. The features of the shaping of plastic cylindrical wheels with a circular tooth according to the FDM technology are considered. A 3D model of the nominal surface of a

circular tooth, based on a mathematical model, was obtained. It is established that with an increase in the number of teeth the nominal surface changes slightly. The change in the modulus of the gear has a significant effect on the size of the area of the nominal surface.

Keywords: *nominal surface, mathematical modeling, circular tooth, a gear wheel with a circular tooth, additive technology, FDM, plastic gears.*

BIBLIOGRAPHY

1. Kapil Gupta, Rolf F. Laubscher, Neelesh Kumar Jain. Advanced Gear Manufacturing and Finishing: Classical and Modern Processes. – Academic Press, 2017. – 240 p.
2. Gear materials, properties, and manufacture/ edited by J.R. Davis. ASM International., 2005. – 339 p.
3. Murav ev, A.A. Features of the manufacture of plastic cylindrical gears with a circular tooth on additive technology / High-tech and vibration wave processing technology of parts of high-tech products: materials international. scientific Symposium of mechanical engineers (Rostov-on-Don, September 26-28, 2018). Rostov-on-Don, DGTU, 2018. (299) С. 250-254.
4. Gibson, J., Rosen, D., Stacker, B. Technology of additive manufacturing. Three-dimensional printing, rapid prototyping and direct digital production. М.: TECHNOSPHERA, 2016. - 656 p.
5. Murav ev, A.A. Peculiarities of solid modeling cylindrical gear with circular toot for production by FDM technology / A.A. Murav ev, A.S. Tarapanov // Fundamental and applied problems of engineering and technology. - Orel, 2018. - № 4-2. - p. 141–146.
6. Shishkovsky I.V. Basics of high-resolution additive technology. - St. Petersburg.: Peter, 2016. - 400 p.

Muravev Andrei Aleksandrovich

OSU named I.S. Turgenev, Orel
Post-graduate student of the
Machine Building Department
302026, Orel, st. Komsomolskaya, 95
E-mail: andrei-20101@yandex.ru

Tarapanov Aleksander Sergeevich

OSU named I.S. Turgenev, Orel
Doctor of Technical Sciences, Professor of the
Machine Building Department
302026, Orel, st. Komsomolskaya, 95
E-mail: tarapanov@rambler.ru

Markova Natalia Sergeevna

OSU named I.S. Turgenev, Orel
Student
Department of Electronics, Radio Engineering and
Communication Systems
302026, Orel, st. Komsomolskaya, 95
E-mail: maggotps@gmail.com

Gracheva Olga Andreevna

OSU named I.S. Turgenev, Orel
Student
Department of Fashion Industry
302026, Orel, st. Komsomolskaya, 95
E-mail: gracheva-o.98@yandex.ru

УДК 621.79.01

Н.Н. ТРУФАНОВ, В.Б. САМОЙЛОВ

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РЕНОВАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА НЕЧЁТКОЙ ЛОГИКИ

Аннотация. *В статье рассмотрена оптимизация технологического процесса реновации детали с применением математического аппарата нечёткой логики. Создание модели обусловлено необходимостью внедрения гибких методов моделирования в производство для обеспечения достоверных результатов на практике. Работа проведена согласно алгоритму Э. Мамдани и включает в себя несколько стадий: активизация, импликация, агрегирование и дефаззификация. Введены три лингвистические переменные «Загрязнённость», «Изношенность» и «Длительность обработки», для которых определены значения, отражающие субъективную оценку состояния детали. Описаны функции принадлежности, сформулированы логические правила и вычислены степени истинности логических операций, дефаззификация произведена методом центра масс. Моделирование выполнено в среде Mathcad, приведены фрагменты кода и графики иллюстрирующие наиболее важные этапы расчёта. Полученные результаты позволяют скорректировать параметры времени обработки для более рационального распределения ресурсов.*

Ключевые слова: *реновация, нечёткая логика, математическая модель, технологический процесс.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Орлов А.И. Задачи оптимизации и нечеткие переменные. - М.: Знание, 1980.- 64 с.
2. Espinosa J., Vandewalle J., Wertz V. Fuzzy Logic, Identification and Predictive Control. – Springer Berlin, 2004. – 263 p.
3. Леоненков А.В. Нечёткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб: БХВ-Петербург, 2003. – 736 с.
4. Sivanandam S.N., Sumathi S., Deepa S.N., Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB. –Springer Berlin, 2007. – 430 p.
5. Яхьяева Г.Э. Нечеткие множества и нейронные сети: учебное пособие, 2-е изд., испр. - М.: Интернет-Ун-т Информ. Технологий: Бинوم. Лаборатория знаний, 2012, - 315 с.
6. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. – 798 с.
7. Усков А.А. Системы с нечеткими моделями объектов управления. Монография. – Смоленск: СФРУК, 2013. – 153 с.
8. Иткин В.Ю. Методы нечеткой логики в задачах н/г отрасли // itkin.jimdo.com URL: <https://itkin.jimdo.com/лекции-и-занятия/нечеткая-логика-рнм-атм-аэм-амм/лекции/> (Дата обращения: 06.06.2019)
9. Magdi S. Mahmoud Fuzzy Control, Estimation and Diagnosis - Springer International Publishing AG, 2018 – 689 p. DOI 10.1007/978-3-319-54954-5
10. Матна F., Modeling and Control: Theory and Applications, Jimnez Paris: Atlantis Press and the authors, 2014 – 291 p. DOI 10.2991/978-94-6239-082-9

Труфанов Никита Николаевич
ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Н.Э.Баумана», г. Москва
Магистр кафедры
«Технологии обработки материалов»
105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д.5, стр. 1
Тел. 8(499)2670236
E-mail: trufan0vn@yandex.ru

Самойлов Владимир Борисович
ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Н.Э.Баумана», г. Москва
Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Технологии обработки материалов»
105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д.5, стр.1
Тел. 8(499)2670236, 8(903)5920661
E-mail: samoylov.v@bmstu.ru

N.N. TRUFANOV, V.B. SAMOYLOV

OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF RENOVATION WITH THE USE OF MATHEMATICAL APPARATUS OF FUZZY LOGIC

Abstract. *The article discusses the optimization of the technological process of renovating parts with a mathematical apparatus of fuzzy logic. Creating models is due to the need to use flexible modeling methods in production to ensure reliable results in practice. The work was carried out according to the algorithm E. Several stages: activation, implication, aggregation and defuzzification. Three linguistic variables “Contamination”, “Depreciation” and “Duration of processing” were introduced, for which values were determined that reflect a subjective assessment of the condition of parts. Membership functions are described, logical rules are formulated and the degrees of truth of logical operations are calculated, defuzzification is performed by the central mass method. The simulation was performed in the Mathcad environment; code fragments and graphs are presented that illustrate the most important stages of the calculation. The results obtained allow us to adjust the time parameters for a more rational distribution of resources.*

Keywords: *renovation, fuzzy logic, mathematical model, technological process.*

BIBLIOGRAPHY

1. Orlov A.I. Zadachi optimizacii i nechetkie peremennye.- М.: Znanie, 1980.- 64 s.
2. Espinosa J., Vandewalle J., Wertz V. Fuzzy Logic, Identification and Predictive Control. – Springer Berlin, 2004. – 263 p.
3. Leonenkov A.V. Nechyotkoe modelirovanie v srede MATLAB i fuzzyTECH. – SPb: BHV-Peterburg, 2003. -736 s.
4. Sivanandam S.N., Sumathi S., Deepa S.N., Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB. – Springer Berlin, 2007. – 430 p.
5. Yah"yaeva G.E. Nechetkie mnozhestva i nejronnye seti: uchebnoe posobie, 2-e izd., ispr. - М.: Internet-Un-t Inform. Tekhnologij: Binom. Laboratoriya znaniy, 2012, - 315s.
6. Pogat A. Nechetkoe modelirovanie i upravlenie. - М.: Binom. Laboratoriya znaniy, 2009. - 798s.

7. Uskov A.A. Sistemy s nechetkimi modelyami ob"ektov upravleniya. Monografiya. – Smolensk: SFRUK, 2013. – 153 s.

8. Itkin V.YU. Metody nechetkoj logiki v zadachah n/g otrasli // itkin.jimdo.com URL: <https://itkin.jimdo.com/lekcii-i-zanyatiya/nechetkaya-logika-rnm-atm-aem-amm/lekcii/> (Data obrashcheniya: 06.06.2019)

9. Magdi S. Mahmoud Fuzzy Control, Estimation and Diagnosis - Springer International Publishing AG, 2018 – 689 p. DOI 10.1007/978-3-319-54954-5

10. Матна F., Modeling and Control: Theory and Applications, Jimnez Paris: Atlantis Press and the authors, 2014 – 291 p. DOI 10.2991/978-94-6239-082-9

Trufanov Nikita Nikolaevich

Bauman Moscow State Technical University

Master of the department

"Materials processing technologies"

ul. Baumanskaya 2-ya, 5, Moscow

Tel. 8(499)2670236,

E-mail: trufan0vn@yandex.ru

Samoylov Vladimir Borisovich

Bauman Moscow State Technical University

Ph.D, Associate Professor of the department

"Materials processing technologies"

ul. Baumanskaya 2-ya, 5, Moscow

Tel. 8(499)2670236, 8(903)5920661

E-mail: samoylov.v@bmstu.ru

МАШИНОВЕДЕНИЕ И МЕХАТРОНИКА

УДК 621.431

Е.В. МИЩЕНКО, В.Я. МИЩЕНКО, А.С. ПЕЧУРИН

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕМЕШИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА В СРЕДЕ MATLAB/SIMULINK/SIMMECHANICS

Аннотация. В статье представлены результаты компьютерного моделирования рычажного механизма тестомесильной машины, реализованного в среде MATLAB/ Simulink/SimMechanics. Разработанная программа позволяет исследовать влияние различных параметров конструкции механизма на его кинематические и динамические характеристики.

Ключевые слова: моделирование, перемешивающие устройства, рычажный механизм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курсовое проектирование деталей машин на базе графических систем: учебное пособие / П.Н.Учаев, С.Г.Емельянов, Е.В.Мищенко [и др.]; под общ. ред. проф. П.Н.Учаева. – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 428 с.

2. Мищенко, Е.В., Мищенко, В.Я., Сухочев, А.В. Моделирование аппаратов с мешалками возвратно-поступательного движения // Моделирование неравновесных систем: Материалы VII Всероссийского семинара. – Красноярск, 2004. – С. 109-110.

3. Мищенко, Е.В., Мищенко, В.Я. Моделирование процесса экстракции пектиновых веществ из растительного сырья с применением вибрационного воздействия // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Биологические науки. Т. 11, № 5 (2). 2009. – С. 472-474.

4. Мищенко, Е.В., Мищенко, В.Я. Моделирование процесса экстракции пектиновых веществ из свекловичного жома с применением вибрационного воздействия // Вестник ОрелГАУ. № 3 (30). 2011. – С. 80-82.

5. Моделирование мехатронных систем в среде MATLAB (SimMechanics/Simulink): учебное пособие для высших учебных заведений / В.М.Мусалимов, Г.Б.Заморуев, И.И.Калапышина, К.А.Нуждин. – СПб.: НИУ ИТМО, 2013. – 114 с.

6. Егельский, И.В. Моделирование рычажного механизма в среде SIMMECHANICS/MATLAB / И.В.Егельский, А.Ю.Труфанов, Б.В.Лушников // Вибрационные технологии, мехатроника и управляемые машины: сб. науч. ст.: в 2 ч. – Ч. 2. Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск, 2016. – С. 334-342.

7. Мищенко, Е.В., Мищенко, В.Я. Особенности преподавания курса «Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование» // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. № 3 (329). 2018. – С. 99-102.

ФГБОУ ВО «Орловский
государственный
аграрный университет имени
Н.В.Парахина»
302020, г. Орел, ул. Генерала
Родина, 69
кандидат технических наук,
доцент, зав. кафедрой инженерной
графики и механики
Тел. 8-953-623-22-45
E-mail: art_lena@inbox.ru

ФГБОУ ВО «Юго-Западный
государственный университет»
305040, г. Курск, ул. 50 лет
Октября, 94
кандидат технических наук, доцент
кафедры механики, мехатроники и
робототехники
Тел. 8-908-125-75-62
E-mail: mishenko47@mail.ru

ФГБОУ ВО «Юго-Западный
государственный университет»
305040, г. Курск, ул. 50 лет
Октября, 94,
студент направления подготовки
«Мехатроника и робототехника»
E-mail:
alexanderpechurin@yandex.ru

E. V. MISHCHENKO, V. Ya. MISHCHENKO, A. S. PECHURIN

MODELING OF THE MIXING DEVICE IN MATLAB/SIMULINK/SIMMECHANICS

Abstract. *The results of computer simulation of the lever mechanism of the kneading machine, implemented in MATLAB/Simulink/SimMechanics are presented. The developed program allows investigating the influence of various parameters of the mechanism design on its kinematic and dynamic characteristics.*

Keywords: *modeling, mixing devices, lever mechanism.*

BIBLIOGRAPHY

1. Kursovoe proektirovanie detaley mashin na baze graficheskikh sistem: uchebnoe posobie / P.N.Uchaev, S.G.Emelyanov, E.V.Mishchenko [i dr.]; pod obshch. red. prof. P.N.Uchaeva. – Starij Oskol: TNT, 2012. – 428 s.
2. Mishchenko, E.V., Mishchenko, V.Ya., Sukhochev, A.V. Modelirovanie apparatov s meshalkami vozvratno-postupatel'nogo dvidgeniya // Modelirovanie neravnovesnih sistem: Materiali VII Vserossijskogo seminar. – Krasnoyarsk, 2004. – S. 109-110.
3. Mishchenko, E.V., Mishchenko, V.Ya. Modelirovanie protsessa ekstraktsii pektinovykh veshchestv iz rastitel'nogo suirya s primeneniem vibratsionnogo vozdeystviya // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossijskoj akademii nauk. Biologicheskie nauki. T. 11, № 5 (2). 2009/ – S. 472-474.
4. Mishchenko, E.V., Mishchenko, V.Ya. Modelirovanie protsessa ekstraktsii pektinovykh veshchestv iz sveklovichnogo joma s primeneniem vibratsionnogo vozdeystviya // Vestnik Oryol GAU. № 3 (30). 2011. – S. 80-82.
5. Modelirovanie mehatronnykh sistem v srede MATLAB (SimMechanics/Simulink): uchebnoe posobie dlja visshih uchebnykh zavedenij / B.M.Musalimov, G.B.Zamoruev, I.I.Kalapuishina, K.A.Nudgdin. – SPb.: NIU ITMO, 2013. – 114 s.
6. Egelskij, I.V. Modelirovanie ruichadnogo mehanizma v srede SIMMECHANICS/MATLAB / I.V.Egelskij, A.Yu.Trufanov, B.V.Lushnikov // Vibratsionnye tehnologii, mehatronika i upravlyаемii mashini: sb. nauch. st.: v 2 ch. – Ch. 2. Yugo-Zap. gos. un-t. – Kursk, 2016. – S. 334-342.
7. Mishchenko, E.V., Mishchenko, V.Ya. Osobennosti prepodavaniya kursa «Detali mehatronnykh module, robotov i ih konstruirovaniye» // Fundamentalnye i prikladnye problem tekhniki i tehnologii. № 3 (329). 2018. – S. 99-102.

Mishchenko Elena Vladimirovna
Orel State Agrarian University named
after N.V.Parakhin,
302020, Orel, General Rodina
street, 69,
candidate of technical sciences,
assistant professor,
head of department of engineering
graphics and mechanics
Тел. 8-953-623-22-45
E-mail: art_lena@inbox.ru

Mishchenko Vladimir Yakovlevich
Southwest State University
305040, Kursk, 50 let Oktjabrja
street, 94,
candidate of technical sciences,
assistant professor of the department
of mechanics, mechatronics and
robotics,
Тел. 8-908-125-75-62
E-mail: mishenko47@mail.ru

Pechurin Aleksandr Sergeevich
Southwest State University
305040, Kursk, 50 let Oktjabrja
street, 94,
Student of the field of training
"mechatronics and robotics»
E-mail:
alexanderpechurin@yandex.ru

Е.П. КОРНАЕВА, А.В. КОРНАЕВ, Н.В. КОРНАЕВ

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ МОДЕЛИ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ РОТОРНО-ОПОРНЫХ СИСТЕМ С ПОДШИПНИКАМИ ЖИДКОСТНОГО ТРЕНИЯ

Аннотация. В статье рассмотрены три подхода для решения задач нелинейной динамики роторов с опорами жидкостного трения с применением искусственных нейронных сетей. Представлены нейросетевые модели для прогнозирования динамики роторной системы, а так же для диагностики состояния системы. Модель прогноза представляет собой регрессионную модель в виде сложной функции, построенной на основе искусственной нейронной сети с одним скрытым слоем. Задача диагностики сводится в задаче классификации неисправных состояний роторной системы, реализованной также с помощью нейронной сети, на выходе которой переменная отклика представляет собой дискретные значения классов, определяющих конкретный вид неисправности. Обучение моделей проводилось на основе данных физического эксперимента на роторно-опорной установке. Проведено тестирование нейросетевых моделей на данных, не участвующих в обучении.

Ключевые слова: роторная динамика, оптимальные траектории движения, подшипник жидкостного трения, уравнения движения, поля давлений, нейронная сеть, логистическая регрессия

Статья подготовлена в рамках выполнения Гранта Президента № МК-3394.2019.8 (формулировка задачи, построение математической модели ИНС, подготовка экспериментальной установки, планирование и проведение экспериментов), а также проекта РНФ № 16-19-00186 (анализ траекторий колебаний ротора). Авторы выражают благодарность фондам за оказанную поддержку научных исследований. Авторы также выражают благодарность А.С. Фетисову, Н.В. Токмакову, А.Ю. Родичеву и А.И. Щелохову за помощь в подготовке и проведении эксперимента.

Авторский вклад. Е.П. Корнаева выполнила постановку задач исследования, разработала математическую модель ИНС, выполнила анализ результатов экспериментов. А.В. Корнаев выполнил обзор работ, подготовил план эксперимента, произвел анализ траекторий в п. 4, совместно с Н.В. Корнаевым разработал программу для реализации ИНС, провел вычислительный эксперимент.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Childs, D. Turbomachinery rotordynamics. Phenomena, modeling, and analysis. New York, John Wiley & Sons. – 1993. - 496 p.
2. Young, J. Thermal wedge effect in hydrodynamic lubrication / J. Young // The Engineering Journal. - 1962. - Vol. 45. - Pp. 46–54.
3. Герасименко М. С. Вычисление искусственных нейронных сетей на вычислительных кластерах или ЛВС / М. С. Герасименко // Вестник ВГУ. Серия «Системный анализ и информационные технологии». - 2010. - №1.
4. Осипов, В.Ю. Нейросетевое прогнозирование событий для интеллектуальных роботов // Мехатроника, автоматизация, управления. - 2015. - № 12.
5. Wang, X. Dynamic fault prognosis for multivariate degradation process / X. Wang, B. Jiang, N. Lu, Ch. Zhang // Neurocomputing. – 2018. – Vol. 275 – Pp. 1112-1120.
6. Crupi V. Neural-Network-Based System for Novel Fault Detection in Rotating Machinery / V. Crupi, E. Guglielmino, G. Milazzo // Journal of Vibration and Control. – Vol. 10. - issue 8. – Pp. 1137-11507.
7. Lopes, N. GPU implementation of the multiple back-propagation algorithm. / N. Lopes B. Ribeiro // In Proceedings of the 10th international conference on Intelligent data engineering and automated learning (IDEAL 09), Emilio Corchado and Hujun Yin (Eds.). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. – 2009. – Pp. 449–456.
8. Васильев, А. Н. Новые подходы на основе RBF-сетей к решению краевых задач для уравнения Лапласа на плоскости / А. Н. Васильев, Д. А. Тархов // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2004. – № 7–8. – С. 119–126.
9. Рылов, М. А. Синтез виртуальных анализаторов нефтепродуктов на основе самоорганизующихся карт Кохонена // Мехатроника, автоматизация, управления. - 2013. - №12.
10. Круглова, Т.Н. Интеллектуальный метод диагностирования и прогнозирования технического состояния мехатронных комплексов, эксплуатируемых в экстремальных условиях // Мехатроника, автоматизация, управления. - 2011. - № 3.
11. Шпрехер, Д.М. Нейросетевые оптимизационные модели поиска неисправностей электромеханических систем // Мехатроника, автоматизация, управления. - 2011. - № 3. - С. 5.
12. Бестужев-Лада, И.В. Рабочая книга по прогнозированию / Бестужев-Лада И.В. – М.: Мысль, 1982. – 430 с.
13. Ghiassi, M. A dynamic artificial neural network model for forecasting / M. Ghiassi, H. Saidane, D.K. Zimbra. – 2005. - Vol. 21. - Iss. 2. - Pp. 341-362.
14. Dongare, A.D. Predictive tool: an artificial neural network. / A.D. Dongare, A.D. Kachare // International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT). – 2012. - Vol. 2. - Pp. 209–214.
15. Haykin, S. Neural Network Theory. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. - 2008. - 936 p.

16. Галушкин, А.И. Теория нейронных сетей // Галушкин А.И. – М.: ИПРЖР, 2000, 107-111 с.
17. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Softmax> (дата обращения 01.07.2018).
18. Савин, Л.А. Моделирование роторных систем с опорами жидкостного трения: монография / Л.А. Савин, О.В. Соломин. – М.: Машиностроение-1, 2006.- 444 с.
19. Goodfellow, I. Deep Learning / I. Goodfellow, Yo. Bengio, A. Courville. – MIT Press. – 2016. – 802 p.
20. GNU Octave. URL: <http://www.gnu.org/software/octave> (дата обращения 01.08.2019)
21. The official site of NNT Matlab is the URL: <https://www.mathworks.com/> (дата обращения 04.05.2017).
22. Корнаев, А.В. Построение траекторий движения ротора с применением нейросетевого программного модуля / А.В. Корнаев, Н.В. Корнаев, Е.П. Корнаева, Л.А. Савин // Журнал «Вестник БГТУ». – 2017. - № 3 (56).

Корнаева Елена Петровна
 ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел
 Кандидат физико-математических наук, доцент
 кафедры информационных систем
 302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 40
 Тел.: +7 (4862) 41-98-49
 E-mail: lenoks_box@mail.ru

Корнаев Алексей Валерьевич
 ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел
 Доктор технических наук, старший научный сотрудник ПНИИ
 «Моделирование гидромеханических систем»
 302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
 Тел.: +7 (4862) 41-98-49
 E-mail: rusakor@inbox.ru

Корнаев Николай Валерьевич
 ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел
 Аспирант
 302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
 Тел.: +7 (4862) 41-98-49
 E-mail: rusnakor@bk.ru

E.P. KORNAEVA, A.V. KORNAEV, N.V. KORNAEV

NEURAL NETWORK DIAGNOSTIC MODELS OF STATE OF ROTOR-SUPPORT SYSTEMS WITH FLUID FILM BEARINGS

Abstract. *The article considers three approaches to solving the problems of nonlinear dynamics of rotors with fluid friction bearing using artificial neural networks. Neural network models are presented for predicting the dynamics of the rotor system, as well as for diagnosing the state of the system. The prediction model is a regression model in the form of a complex function built on the basis of an artificial neural network with one hidden layer. The diagnostic task is reduced to the states of a rotor system classification problem, also implemented using a neural network, at the output of which the response variable is a discrete class value that defines a specific type of malfunction. Model training was carried out on the basis of data from a physical experiment on a test rig of a rotor-support system. Neural network models were tested on data not involved in training.*

Keywords: *neural network, rotor dynamics, optimal motion paths, fluid-friction bearing, equations of motion, pressure fields, neural network, logistic regression*

BIBLIOGRAPHY

1. Childs, D. Turbomachinery rotordynamics. Phenomena, modeling, and analysis. New York, John Wiley & Sons. – 1993. - 496 p.
2. Young, J. Thermal wedge effect in hydrodynamic lubrication / J. Young // The Engineering Journal. - 1962. - Vol. 45. - Pp. 46–54.
3. Gerasimenko M.C. Vichislenie iskusstvennikh neironnich setey na vichislitelnykh klasterach / Vestnik VGU // M.S. Gerasimenko - 2010. - №1.
4. Osipov, V.Yu. Neural Network Event Prediction for Intelligent Robots // Mechatronic, Automation, Control. – 2015. - № 12
5. Wang, X. Dynamic fault prognosis for multivariate degradation process / X. Wang, B. Jiang, N. Lu, Ch. Zhang // Neurocomputing. - 2018. - 275 - Pp. 1112-1120.
6. Crupi V. Neural-Network-Based System for Novel Fault Detection in Rotating Machinery / V. Crupi, E. Guglielmino, G. Milazzo // Journal of Vibration and Control. – Vol. 10. - issue 8. – Pp. 1137-11507.
7. N. Lopes. GPU implementation of the multiple back-propagation algorithm. / N. Lopes B. Ribeiro // In Proceedings of the 10th international conference on Intelligent data engineering and automated learning (IDEAL 09), Emilio Corchado and Hujun Yin (Eds.). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. – 2009. – Pp. 449–456.
8. Vasiliev, A.N. New approaches on the basis of the RBF-networks to the solution of the boundary value problems for the Laplace equation on the plane / A.N. Vasiliev, D.A. Tarkhov // Neurocomputers: development, application. – 2004. – № 7–8. – С. 119–126.
9. Rylov, M.A. Synthesis of virtual petroleum analyzers based on Kohonen self-organizing maps // Mechatronics, automation, control. - 2013. - №12.
10. Kruglova, T.N. Intellectual method of diagnosing and predicting the technical condition of mechatronic complexes operated in extreme conditions // Mechatronics, automation, control. - 2011. - № 3.

11. Shpreher, D.M. Neural Network Optimization Models for Troubleshooting Electromechanical Systems // Mechatronics, Automation, Controls. - 2011. - № 3. - Pp. 5.
12. Bestuzhev-Lada I.V. A workbook on forecasting // Bestuzhev-Lada I.V. - М.: Thought, 1982. - 430 p.
13. Ghiassi, M. A dynamic artificial neural network model for forecasting / M. Ghiassi, H. Saidane, D.K. Zimbra. - 2005. - Vol. 21. - Iss. 2. - Pp. 341-362.
14. Dongare, A.D. Predictive tool: an artificial neural network. / A.D. Dongare, A.D. Kachare // International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT). - 2012. - Vol. 2. - Pp. 209-214.
15. Haykin, S. Neural Network Theory. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. - 2008. - 936 p.
16. Galushkin, A.I. Theory of neural networks // Galushkin A.I. - М.: IPRZHR. - 2000. - 107-111 p.
17. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Softmax> (access date: 01.07.2018).
18. Savin, L.A. Simulation of rotary systems with supports of fluid friction: monograph / L.A. Savin, O.V. Solomin. - М.: Mashinostroenie-1. - 2006. - 444 p.
19. Goodfellow, I. Deep Learning / I. Goodfellow, Yo. Bengio, A. Courville. - MIT Press. - 2016. - 802 p.
20. GNU Octave. URL: <http://www.gnu.org/software/octave>. (access date: 01.07.2018)
21. The official site of NNT Matlab is the URL: <https://www.mathworks.com/> (access date: 04.05.2017).
22. Kornaev, A.V. Postroenie trajectories of the rotor with the use of a neural network program module / Kornaev, A.V., Kornaev N.V., Kornaeva E.P., Savin L.A. // Journal "Bulletin of BSTU". - 2017. - No. 3 (56). (in Russ.)

Kornaeva Elena Petrovna

Orel State University named after I.S. Turgenev
candidate of physical and mathematical sciences, docent of the department of information systems
302020, Orel, Naugorskoe shosse, 40
Тел.: +7 (4862) 41-98-49
E-mail: lenoks_box@mail.ru

Kornaev Alexey Valerievich

Orel State University named after I.S. Turgenev
doctor of technical sciences, senior researcher of the Modeling of Hydro and Mechanical Systems Research Laboratory
302020, Orel, Naugorskoe shosse, 29
Тел.: +7 (4862) 41-98-49
E-mail: rusakor@inbox.ru

Kornaev Nikolay Valerievich

Orel State University named after I.S. Turgenev
post-graduate student of the department of Mechatronics, mechanics and robotics
302020, Orel, Naugorskoe shosse, 29
Тел.: +7 (4862) 41-98-49
E-mail: rusnkor@bk.ru

ПРИБОРЫ, БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 621.3

В.Г. ЛИСИЧКИН

К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ КРИТЕРИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ОПТИМАЛЬНОГО ДЕТЕКТОРА ДЛЯ СТЕГОАНАЛИЗА

***Аннотация.** Целью данной работы является попытка разработать модель детектора для проведения стегоанализа, позволяющего некоторым оптимальным образом определить наличие или отсутствие в передаваемом по линии связи сигнале секретного сообщения. Выполнен анализ статистических критериев обнаружения и предложен критерий Неймана–Пирсона, позволяющий реализовать детектор с максимальной вероятностью обнаружения при ограничении вероятности ложной тревоги.*

Ключевые слова: стегоанализ, стего-объект, критерий Неймана–Пирсона, вероятность обнаружения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грибунин В.Г. Цифровая стеганография / В.Г. Грибунин, И.Н. Оков. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009. – 265 с.
2. Bender, W. Techniques for Data Hiding / W. Bender, D. Gruhl, N. Morimoto, A. Lu // IBM SYSTEMS JOURNAL, VOL 35, NOS 3&4, 1996. P. 313–336.
3. Тихонов, В. И. Статистическая радиотехника / В. И. Тихонов. – М.: Радио и связь, 1982. – 624 с.
4. Тихонов, В. И. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем / В. И. Тихонов, В. Н. Харисов. – М.: Радио и связь, 1991. – 608 с.
5. Куликов, Е. И. Оценка параметров сигналов на фоне помех / Е. И. Куликов, А. П. Трифионов. – М.: Сов. Радио, 1978. – 296 с.

6. Petitcolas, F.A.P. Information Hiding – A Survey / F.A.P. Petitcolas, R.J. Anderson, M.G. Kuhn // *Proceedings of the IEEE*, special issue on protection of multimedia content, 87(7) : 1062–1078, July 1999. P. 1062 – 1078.
7. Prakash, J.J. A Survey on Data Hiding and Encryption Techniques of Videos / J.J. Prakash, E.P. Hemand // *International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR)*, Volume 5, Issue 1, January 2016. P. 44 – 48.
8. Fridrich, J. Steganography in digital media. Principles, Algorithms, and Applications / J. Fridrich. Cambridge University Press. 2010. 450 p.
9. Лисичкин, В.Г. Модель оценки достоверности контроля параметров телекоммуникационных систем на основе вероятностно-статистического подхода / В.Г. Лисичкин // *Т – Comm : Телекоммуникации и транспорт*. – М. : Медиа Паблшер. – т. 8. – № 12, 2014. – С. 51 – 54.
10. Акименко, Т.А. Байесовский подход при оценке достоверности двухпараметрового резонансного контроля / Т.А. Акименко, Ф.Ф. Горшков, В.Г. Лисичкин // *Известия ТулГУ. Сер. Технические науки. Вып. 8. Часть 1*. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2015. – С. 208 – 216.

Лисичкин Владимир Георгиевич

Академия ФСО России, г. Орёл

Доктор технических наук, доцент, сотрудник

ул. Приборостроительная, 35

E-mail: lisichkin-vg@rambler.ru

V.G. LISICHKIN

TO A QUESTION ON A CRITERION CHOICE BY WORKING OUT OF THE OPTIMUM DETECTOR FOR STEGANALYSIS

Abstract. *This paper purpose is detector model design attempt for steganalysis carrying out. This detector allow in some optimum image presence or absence in a signal of the confidential message transferred on the communication line to define. The analysis of detection statistical criteria is made and Neyman-Pearson criterion is offered, allowing the detector with the maximum probability of detection at restriction of a false alarm probability to realise.*

Keywords: *steganalysis, stego-object, Neyman-Pearson criterion, probability of detection.*

BIBLIOGRAPHY

1. Gribunin, V.G. Zyfrovaja steganografija / V.G. Gribunin, I.N. Okov. – М. : SOLON-PRESS, 2009. – 265 s.
2. Bender, W. Techniques for Data Hiding / W. Bender, D. Gruhl, N. Morimoto, A. Lu // *IBM SYSTEMS JOURNAL*, VOL 35, NOS 3&4, 1996. P. 313–336.
3. Tihonov, V.I. Statisticheskaja radiotekhnika / V.I. Tihonov. – М. : Radio i svjaz, 1982. – 624 s.
4. Tihonov, V.I. Statisticheskii analiz i sintez radiotekhnicheskikh ustroystv i sistem / V.I. Tihonov, V.N. Harisov. – М. : Radio i svjaz, 1991. – 608 s.
5. Kulikov, E.I. Ozenka parametrov signalov na fone pomeh / E.I. Kulikov, A.P. Trifonov. – М. : Sov. radio, 1978. – 296 s.
6. Petitcolas, F.A.P. Information Hiding – A Survey / F.A.P. Petitcolas, R.J. Anderson, M.G. Kuhn // *Proceedings of the IEEE*, special issue on protection of multimedia content, 87(7) : 1062–1078, July 1999. P. 1062 – 1078.
7. Prakash, J.J. A Survey on Data Hiding and Encryption Techniques of Videos / J.J. Prakash, E.P. Hemand // *International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR)*, Volume 5, Issue 1, January 2016. P. 44 – 48.
8. Fridrich, J. Steganography in digital media. Principles, Algorithms, and Applications / J. Fridrich. Cambridge University Press. 2010. 450 p.
9. Lisichkin, V.G. Model ozenki dostovernosti kontrolja parametrov telekommunikazionnyh system na osnove verojatnostno-statisticheskogo podhoda / V.G. Lisichkin // *T–Comm : Telekommunikazii i transport*. – М.: Media Pabliher. – т. 8. – № 12, 2014. – С. 51–54.

10. Akimenko, T.A. Bajesovskii podhod pri ozenke dostovernosti dvuhparametrovogo rezonansnogo kontrolja / T.A. Akimenko, A.A. Gorshkov, V.G. Lisichkin // Izvestija TulGU. Ser. Tehnicheskie nauki. Vyp. 8/ Chast 1. – Tula : Izd-vo TulGU, 2015. – S. 208 – 216.

Lisichkin Vladimir Georgievich

Russian Academy of FSO (Federal Protect (Guard) Service), с. Oryol
Dr.Sci.Tech., the senior lecturer, the employee of department
Street Priborostroitel'naja, 35
E-mail: lisichkin-vg@rambler.ru

**КОНТРОЛЬ, ДИАГНОСТИКА, ИСПЫТАНИЯ И
УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ**

УДК 658.28: 623.315

А.Н. КАЧАНОВ, Н.А. КАЧАНОВ, Е.А. МИРОНОВ

**БЕСКОНТАКТНЫЙ СПОСОБ КОНТРОЛЯ ТОЛЩИНЫ ДНИЩА
ВАННЫ ДЛЯ ГОРЯЧЕГО ОЦИНКОВАНИЯ СТАЛЬНОЙ ПРОВОЛОКИ**

Аннотация. В статье рассмотрено техническое предложение, направленное на использование индукционного метода контроля толщины стенок и днищ ванн, используемых в технологических комплексах для оцинкования стальной проволоки. В процессе эксплуатации толщина стенок ванн в результате воздействия на них агрессивных расплавов и применяемого способа нагрева уменьшается, что приводит к аварийным остановкам комплекса и технико-экономическому ущербу. С использованием аналитического метода расчета, программной среды ELCUT и физического моделирования исследованы электромагнитные процессы в системе «примыкающий индуктор – плоское ферромагнитное изделие» с учетом нелинейных факторов, влияющих на измеряемую величину. Предложено техническое решение бесконтактного индукционного способа измерения толщины днища ванны для оцинкования стальной проволоки. Полученные результаты могут быть использованы для контроля изменения толщины плоских металлических изделий косвенным методом с целью предотвращения аварийного выхода из строя технологических линий для оцинкования стальной проволоки.

Ключевые слова: бесконтактный индукционный метод контроля толщины, индукционный нагрев, примыкающий индуктор, программа ELCUT, аналитический метод расчета, физическое моделирование.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Качанов, А.Н. Повышение энергоэффективности электротехнологического комплекса оцинкования стальной проволоки / А.Н. Качанов, А.А. Овсянников, М.И. Симон // Сборник материалов VII-ой международной научно-практической интернет-конференции «Энерго- и ресурсосбережение – XXI век»/ Под. Ред. В.А. Голенкова – Орел: ООО «Издательский дом «Орлик» и К», 2009, с. 119–121.
2. Качанов, А.Н. Анализ отказов и разработка мероприятий, направленных на повышение надежности работы комплекса оцинкования стальной проволоки / А.Н. Качанов, Т.Г. Королева, А.Н. Трошкин // Вести высших учебных заведений Черноземья – Липецк: ЛГТУ, 2011, – № 3, с. 30 – 34.
3. Тозони, О.В. Метод вторичных источников в электротехнике / О.В. Тозони. – М.: Энергия, 1975. – 296 с.
4. Качанов, А.Н. Расчет распределения основных параметров электромагнитного поля в металлической нагрузке при одностороннем индукционном нагреве / А.Н. Качанов, Н.А. Качанов, А.В. Голда // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. № 6-2 (296) 2012. Орел: Госуниверситет-УНПК. с. 35–40
5. Дорофеев, А.Л. Метод вихревых токов (индукционная структуроскопия, дефектоскопия и толщинометрия) / А.Л. Дорофеев, Ю.Г. Казаманов, З.В. Черенкова – М.: Машиностроение, 1969. – 89 с.
6. Дорофеев, А.Л. Индукционная толщинометрия / А.Л. Дорофеев, А.И. Никитин, А.Л. Рубин – М., Энергия, 1978. – 184 с.

Качанов Александр Николаевич
ФГБОУ ВО «Орловский
государственный университет им.
И.С. Тургенева»
д.т.н., профессор, академик АЭН
РФ, заведующий кафедрой
электрооборудование и
энергосбережения

Качанов Николай Александрович
АО «Орелоблэнерго», заместитель
начальника производственной
службы АТиРЗ
302020, г. Орел, пл. Поликарпова, 8
тел. 8 (4862) 54 11 67

Миронов Евгений Андреевич
ФГБОУ ВО «Орловский
государственный университет им.
И.С. Тургенева»
магистрант 1 курса группы 81ЭЭ-м
302020, г. Орел, Наугорское
шоссе, 29
тел. 89066612444.

A.N. KACHANOV, N.A. KACHANOV, E.A. MIRONOV

NON-CONTACT METHOD FOR CONTROLLING BOTTOM THICKNESS OF BATH FOR STEEL WIRE HOT ZINC-PLATING

Abstract. *The article discusses a technical proposal aimed at using the induction method of controlling the wall thickness and bottom of baths used in technological complexes for steel wire hot zinc-plating. During operation, the walls thickness of the baths as a result of exposure to aggressive melts and the applied method of heating is reduced, leading to emergency shutdowns of the complex and technical and economic damage. Using the analytical method of calculation, the ELCUT software environment and physical modeling, electromagnetic processes in the system "adjacent inductor - flat ferromagnetic product" were investigated taking into account nonlinear factors affecting the measured value. A technical solution is proposed for a contactless induction method for measuring bottom thickness of bath for steel wire hot zinc-plating. The obtained results can be used to control changes in the thickness of flat metal products by an indirect method in order to prevent an accidental breakdown of technological lines for steel wire hot zinc-plating.*

Keywords: *non-contact induction thickness control method, induction heating, adjacent inductor, ELCUT program, analytical calculation method, physical modeling.*

BIBLIOGRAPHY

1. Kachanov, A.N. Povysheniye energoeffektivnosti elektrotehnologicheskogo kompleksa otsinkovaniya stalnoy provoloki / A.N. Kachanov, A.A. Ovsyannikov, M.I. Simon // Sbornik materialov VII-oy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy internet-konferentsii «Energо- i resursoberezheniye – XXI vek» / Pod. Red. V.A. Golenkova – Orel: OOO «Izdatelskiy dom «Orlik» i K», 2009, s. 119–121.
2. Kachanov, A.N. Analiz otkazov i razrabotka meropriyatiy, napravlennykh na povysheniye nadezhnosti raboty kompleksa otsinkovaniya stalnoy provoloki / A.N. Kachanov, T.G. Koroleva, A.N. Troshkin // Vesti vysshikh uchebnykh zavedeniy Chernozemya – Lipetsk: LGTU, 2011, – № 3, s. 30 – 34.
3. Tozoni, O.V. Metod vtorichnykh istochnikov v elektrotekhnike / O.V. Tozoni. – M.: Energiya, 1975. – 296 s.
4. Kachanov, A.N. Raschet raspredeleniya osnovnykh parametrov elektromagnitnogo polya v metallicheskoy zagruzke pri odnostoronnem induktsionnom nagreve / A.N. Kachanov, N.A. Kachanov, A.V. Golda // Fundamentalnyye i prikladnyye problemy tekhniki i tekhnologii. № 6-2 (296) 2012. Orel: Gosuniversitet-UNPK. s. 35 – 40
5. Dorofeyev, A.L. Metod vikhrevykh tokov (induktsionnaya strukturoskopiya, defektoskopiya i tolshchinometriya) / A.L. Dorofeyev, YU.G. Kazamanov, Z.V. Cherenkova – M.: Mashinostroyeniye, 1969. – 89 s.
6. Dorofeyev, A.L. Induktsionnaya tolshchinometriya / A.L. Dorofeyev, A.I. Nikitin, A.L. Rubin – M., Energiya, 1978. – 184 s.

Kachanov Alexander Nikolaevich
FSBEI HE "Oryol State University.
I.S. Turgenev "
Doctor of Technical Sciences,
Professor, Academician of the AEN
of the Russian Federation, Head of
the Department of Electrical
Equipment and Energy Saving
302020, Orel, Naugorskoye shosse, 29
tel. 8 (4862) 41 98 53.
e-mail: kan@ostu.ru

Kachanov Nikolay Aleksandrovich
JSC "Oreoblenergo", deputy head of
production service ATiRZ
302020, Orel, pl. Polikarpov, 8,
tel. 8 (4862) 54 11 67.

Mironov Eugene Andreevich
FSBEI HE "Oryol State University.
I.S. Turgenev "
Undergraduate 1 course group 81EE-m
302020, Orel, Naugorskoye shosse, 29
tel. 89066612444.
e-mail: gen996@mail.ru

УДК 62-1-9

Н.В. ДАВЫДОВА, А.Л. ГУДИКОВ, А.Г. ДУБРОВИН, Ю.Н. ИВАНОВ

ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА ПО ПОВЕРКЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ СВЯЗИ И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы организации и совершенствования рабочего места по поверке средств измерений параметров волоконно-оптических систем связи и передачи информации. Предложены рациональные с точки зрения затрат и точностных характеристик подходы по оснащению метрологической лаборатории дополнительным эталонным оборудованием с целью расширения области аккредитации на право поверки оптических рефлектометров.

Ключевые слова: поверка, оптический рефлектометр, эталонное оборудование, совершенствование рабочего места, волоконно-оптическая система связи и передачи информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Давыдова Н.В., Иванов Ю.Н., Гудиков А.Л. Опыт и перспектива организации рабочего места по поверке средств измерений параметров волоконно-оптических систем передач // Актуальные задачи военной метрологии: сборник материалов XII научно-технической конференции молодых учёных и специалистов военных метрологов. (20 апреля 2017 г., г. Мытищи.: ФГБУ «Главный научный метрологический центр», 2017 - с.22)
2. Колмогоров О.В., Щипунов А.Н., Прохоров Д.В., Донченко С.С., Буев С.Г., Малимон А.Н., Балаев Р.И., Федорова Д.М. Комплекс средств для сравнения по ВОЛС шкал времени эталонов и передачи эталонных радиочастотных сигналов // Альманах современной метрологии, №11, 2017. С. 150-170
3. Колмогоров О.В., Щипунов А.Н., Прохоров Д.В., Донченко С.С., Плотников А.В. Метод передачи единицы длины волны оптического излучения от рабочих эталонов к лазерам с перестраиваемой длиной волны // Вестник метролога, №4, 2018. С.12-14.
4. Субботин Е.А. Методы и средства измерения параметров оптических телекоммуникационных систем. Учебное пособие для вузов.- М.: Горячая линия-Телеком, 2014.-224 с:ил.
5. Власов И.И., Новиков Э.В., Птичников М.М., Сладких Д.В. Техническая диагностика современных цифровых сетей связи. Основные принципы и технические средства измерений параметров передачи для сетей PDH, SDH, IP, Ethernet и ATM // Под ред. М.М. Птичникова.- М.: Горячая линия-Телеком, 2014.-552 с.:ил
- 6.ГОСТ 8.585-2013 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений длины и времени распространения сигнала в световоде, средней мощности, ослабления и длины волны оптического излучения для волоконно-оптических систем связи и передачи информации. - Москва, Стандартинформ, 1 июля 2015г.
- 7.ГОСТ Р 8.720 -2010 Измерители оптической мощности, источники оптического излучения, измерители обратных потерь и тестеры оптические малогабаритные в волоконно-оптических системах передачи. Методика поверки.- Москва Стандартинформ, 21 декабря 2010г.
- 8.Р 50.2.070-2009 Аттенюаторы в волоконно-оптических системах передачи информации. Методика поверки. - Москва Стандартинформ, 15 декабря 2009г.
9. Анисимов Н.Н., Гринштейн М.Л., Марьенков А.А. Метрологическое обеспечение оптических рефлектометров/RusCable.ru article...obespechenie
- 10.Кравцов В.Е., Лукьянов А.М., Подюкова Л.В., Тихомиров С.В. Современные оптические рефлектометры. Вопросы метрологического обеспечения // Метрология и измерительная техника в связи, 1999, №2, с.38-48
11. МИ 1907-99 Рефлектометры оптические. Методика поверки.- М.,1999.

Давыдова Надежда Владимировна
Академия ФСО России
Кандидат технических наук,
сотрудник,
302034, г.Орел, ул. Приборостроительная, 35
Тел. (4862)54-97-85
E-mail: metrolog@academ.msk.rsnet.ru

Гудиков Александр Львович
Академия ФСО России
сотрудник,
302034, г.Орел, ул.Приборостроительная, 35
Тел. (4862)54-97-85
E-mail: metrolog@academ.msk.rsnet.ru

Дубровин Александр Георгиевич
Академия ФСО России
Кандидат технических наук,
сотрудник,
302034, г.Орел, ул.Приборостроительная, 35
Тел. (4862)54-97-85
E-mail: metrolog@academ.msk.rsnet.ru

Иванов Юрий Николаевич
Академия ФСО России
Кандидат технических наук,
сотрудник,
302034, г.Орел, ул.Приборостроительная, 35
Тел. (4862)54-97-85
E-mail: metrolog@academ.msk.rsnet.ru

N.V DAVYDOVA, A.L. GUDKOV, A.G. DUBROVIN, Yu.N. IVANOV

**PROSPECTS FOR IMPROVING THE WORKPLACE
FOR THE VERIFICATION OF MEASURING INSTRUMENTS
OF PARAMETERS OF FIBER-OPTICAL COMMUNICATION SYSTEMS
AND TRANSMISSION OF INFORMATION**

Abstract. *The article deals with the organization and improvement of the workplace for verification of measuring parameters of fiber-optic communication and information transmission systems. The proposed rational cost-effective approach for equipping metrological laboratories additional standard equipment to extend the scope of accreditation for calibration of optical time-domain reflectometer.*

Keywords: *verification, optical reflectometer, reference equipment workplace improvement, fiber optic transmission system.*

BIBLIOGRAPHY

1. Davydova N. V. Ivanov Y. N., Gudkov A. L. Experience and perspective of the workplace for the verification of measuring instruments of parameters of fiber-optic transmission systems // Actual problems of military Metrology: proceedings of the XLII scientific and technical conference of young scientists and specialists of military metrologists. (20 April 2017, Mytishchi.: Fgbi "Main scientific metrological center", 2017 - p. 22)
2. Kolmogorov O. V., Shipunov A. N., Prokhorov D. V., Donchenko S. S., Buoy S. G., Malimon A. N., Balayev R. I., Fedorov D. M. A set of tools for comparison of FOCL time scales of measurement standards and transfer of reference radio-frequency signals // Almanac of modern Metrology, No. 11, 2017. P. 150-170
3. Kolmogorov, O. V., Shipunov A. N., Prokhorov D. V., Donchenko S. S., Plotnikov A.V. Method of transmission units donivan optical radiation from the working standards to lasers with tunable wavelength // Bulletin of Metrology, No. 4, 2018. P. 12-14.
4. Subbotin E. A. Methods and means of measuring parameters of optical telecommunication systems. Textbook for universities.- M.: Hot line-Telecom, 2014.-224 C:il.
5. Vlasov I. I., Novikov E. V., Ptichnikov, M. M., Sweet, D. V. Technical diagnostics of modern digital communication networks. Basic principles and technical means of transmission parameters measurement for PDH, SDH,IP,Ethernet and ATM networks // Ed. M. M. Ptichnikov.- M.: Hot line-Telecom, 2014.-552 p.: II
6. GOST 8.585-2013 GSI. State verification scheme for measuring the length and time of propagation of the signal in the light guide, the average power, attenuation and wavelength of optical radiation for fiber-optic communication and information transmission systems. - Moscow, STANDARTINFORM, July 1, 2015.
7. GOST R 8.720 -2010 optical power Meters, optical radiation sources, back loss meters and optical testers are small in fiber optic transmission systems. Calibration procedure.- Moscow standardinform, December 21, 2010.
8. P 50.2.070-2009 Attenuators in fiber-optic information transmission systems. Calibration procedure. - Moscow standardinform, December 15, 2009.
9. Anisimov N. N., Greenstein M. L., Merenkov A. A. Metrological support of optical time-domain reflectometer/RusCable.EN article obespechenie.
10. Kravtsov, V. E., Lukyanov, A. M., Podunova L. V., Tikhomirov S. V. Modern OTDR. Questions of metrological support // Metrology and measuring equipment in connection, 1999, №2, p. 38-48
11. MI 1907-99 Optical reflectometers. Calibration procedure.- M.,1999.

Davydova Nadezhda Vladimirovna
Academy FSO of Russia
Ph.D, Staff,
302034, Orel, Priborostroitel'naya, 35
Ph. (4862)54-97-85
E-mail: metrolog@academ.msk.rsnet.ru

Gudkov Alexander Livovich
Academy FSO of Russia
Staff,
302034, Orel, ul. Instrument, 35
Tel. (4862)54-97-85
E-mail: metrolog@academ.msk.rsnet.ru

Dubrovin Alexander Georgievich
Academy FSO of Russia
Ph.D, Staff,
302034, Orel, Priborostroitel'naya, 35
Ph. (4862)54-97-85
E-mail: metrolog@academ.msk.rsnet.ru

Ivanov Yriy Nicolaevich
Academy FSO of Russia
Ph.D, Staff,
302034, Orel, Priborostroitel'naya, 35
Ph. (4862)54-97-85
E-mail: metrolog@academ.msk.rsnet.ru

УДК 621.95.08

И.И. КОЛТУНОВ, В.В. МАТРОСОВА

ПРИБОРНАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРНОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КРУГЛОСТИ

Аннотация. *В отечественной технологической практике используется ряд методов контроля круглости деталей как в процессе их изготовления, так и по завершении такового. Среди данных методов в*

первую очередь следует выделить лазерную интерферометрию, которая базируется на использовании длины волны лазерного монохроматического когерентного излучения в качестве эталона для отсчета. Системы, использующие данный эффект, в настоящее время являются наиболее исследованными и распространенными. К преимуществам систем контроля круглости, использующих лазер, относятся сравнительно высокие показатели точности, чувствительности и быстродействия, репрезентация данных в форме, удобной для регистрации и последующего использования, минимизация влияния человеческого фактора, возможность передавать результаты измерений дистанционно.

Ключевые слова: контроль, лазерная измерительная система, датчик, вибрации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матросова В.В., Мурачев Е.Г. «Функциональные схемы реализации автоматизированных лазерных виброизмерительных систем с двумя оптически обращенными каналами для контроля и управления параметрами вибраций» Материалы сборника «Известия МГТУ «МАМИ», №2(16), октябрь 2013 г., т.2, раздел 2, стр.360 [http://mospolytech.ru/storage/files/sc_journal_2\(16\)_2013.pdf](http://mospolytech.ru/storage/files/sc_journal_2(16)_2013.pdf) 6/4 стр. Октябрь 2013
2. Матросова В.В., Мурачев Е.Г. Методы разработки и исследования электронных блоков и средств сбора и обработки данных автоматизированных высокоточных лазерных измерительных систем Материалы сборника «Известия МГТУ «МАМИ», №3(17) 42/30 стр. Апрель 2014
3. Матросова В.В., Анисимов Е.Ф. Кузелев Н.Р. Статья «Автоматизированные лазерные измерительные системы геометрии деталей при реновации изделий» Журнал «Ремонт, восстановление и модернизация» №8 /2015 г. Стр.22 http://www.nait.ru/journals/number.php?p_number_id=2301 4/8стр. Апрель 2015
4. Матросова В.В., Анисимов Е.Ф. Кузелев Н.Р. Статья «Средства сбора и обработки данных автоматизированных высокоточных лазерных измерительных систем» Журнал «Ремонт, восстановление и модернизация» №7 4/7 стр. Март 2015

Колтунов Игорь Ильич

Московский Политехнический университет
должность: профессор
ученая степень: доктор технических наук
ученое звание: доктор технических наук
телефон 8-985-222-79-61
e-mail: iik@mami.ru

Матросова Владлена Валентиновна

Московский Политехнический университет
должность: Старший преподаватель
телефон: 8-916-956-61-30
e-mail, capitan.milena@mail.ru

I.I. KOLTUNOV, V.V. MATROSOVA

INSTRUMENT ESTIMATION OF VIBRATION PARAMETERS BY MEANS OF A LASER MEASUREMENT SYSTEM FOR THE CONTROL OF ROUNDNESS

Abstract. *In domestic technological practice, a number of methods are used to control the circle of parts both in the process of their manufacture and at the end thereof. Among these methods, first of all, laser interferometry should be distinguished, which is based on using the wavelength of laser monochromatic coherent radiation as a reference for reference. Systems using this effect are currently the most studied and common. The advantages of roundness control systems using a laser include relatively high rates of accuracy, sensitivity and speed, representation of data in a form suitable for recording and subsequent use, minimization of the human factor, the possibility of transmitting measurement results remotely.*

Keywords: *control, laser measuring system, sensor, vibration.*

BIBLIOGRAPHY

1. Matrosova V.V., Murachev Ye.G. «Funktional nye skhemy realizatsii avtomatizirovannykh lazernykh vibrozmeritel nykh sistem s dvumya opticheski obrashchennymi kanalami dlya kontrolya i upravleniya parametrami vibratsiy» Materialy sbornika «Izvestiya MGTU «МАМИ», №2(16), oktyabr 2013 g., t.2, razdel 2, str.360 [http://mospolytech.ru/storage/files/sc_journal_2\(16\)_2013.pdf](http://mospolytech.ru/storage/files/sc_journal_2(16)_2013.pdf) 6/4 str. Oktyabr 2013
2. Matrosova V.V., Murachev Ye.G. Metody razrabotki i issledovaniya elektronnykh blokov i sredstv sbora i obrabotki dannykh avtomatizirovannykh vysokotochnykh lazernykh izmeritel nykh sistem Materialy sbornika «Izvestiya MGTU «МАМИ», №3(17) 42/30 str. Aprel 2014

3. Matrosova V.V., Anisimov Ye.F. Kuzelev N.R. Stat ya «Avtomatizirovannyye lazernyye izmeritel nyue sistemy geometrii detaley pri renovatsii izdeliy» Zhurnal «Remont, vosstanovleniye i modernizatsiya» №8 /2015 g. Str.22 http://www.nait.ru/journals/number.php?p_number_id=2301_4/8str. Aprel 2015

4. Matrosova V.V., Anisimov Ye.F. Kuzelev N.R. Stat ya «Sredstva sbora i obrabotki dannykh avtomatizirovannykh vysokotochnykh lazernykh izmeritel nykh sistem» Zhurnal « Remont, vosstanovleniye i modernizatsiya» №7 4/7 str. Mart 2015

Koltunov Igor Ilyich

Moscow Polytechnic University

position: professor

Degree: Doctor of Technical Sciences

academic title: doctor of technical sciences

contact details with the authors (

telephone: 8-985-222-79-61

e-mail: iik@mami.ru

Matrosova Vladlena Valentinovna

Moscow Polytechnic University

position: Senior teacher

contact details with the authors

telephone: 8-916-956-61-30

e-mail, capitan.milena@mail.ru

УДК 621.396.946:537.8

А.А. АРХИПЕНКО, И.В. КОРОГОДИНА, Ю.В. МОСИН

К ВОПРОСУ О МОНИТОРИНГЕ ПО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМУ ФАКТОРУ ОБЪЕКТОВ ПОДВИЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ

Аннотация. В статье обсуждаются вопросы экологического мониторинга по электромагнитному фактору современных объектов информационно-коммуникативных систем. Согласно результатам, полученным в ходе научно-исследовательской работы, авторами статьи представлен анализ правовых актов и рекомендаций национальных и международных союзов и комитетов по вопросам предельно допустимых уровней неионизирующих излучений радиотехнических средств, используемых на стационарных передающих центрах. В статье освещаются подходы, реализуемые в экологической стандартизации объектов радиосвязи. Приводится описание методики измерения и оценки уровней электромагнитных полей источников радиоизлучения сотовой связи в условиях городской застройки.

Ключевые слова: экологический мониторинг, экологическая безопасность, электромагнитное поле.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маслов, М. Ю. Современные проблемы электромагнитной экологии / М. Ю. Маслов, Ю. М. Сподобаев, М. Ю. Сподобаев // Электросвязь. – 2014. – № 10. – С. 39–42.
2. Довбыш, В. Н. Региональный контроль электромагнитных полей объектов энергетических систем. – Самара, Офорт, 2010. – 130 с.
3. Служкин, В. М. Техногенные электромагнитные излучения как фактор экологии населенных пространств / В. М. Служкин // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2010 г. – № 4. – С. 112-116.
4. Сподобаев, Ю. М. Основы электромагнитной экологии / Ю. М. Сподобаев, В. П. Кубанов. – М.: Радио и связь, 2000. – 240 с.
5. EMF Exposure Standards. Applicable in Europe and Elsewhere = Стандарты воздействия ЭМП. Применяется в Европе и других странах. March 2006. Ref: 2006-450-0006: [Электронный ресурс]. – URL:<http://www.eurelectric.org/Download/Download.aspx>.
6. Корогодина, И. В. Синтез фундаментализации и профессионализации физического образования как необходимое условие подготовки специалиста в сфере инфокоммуникаций / И.В. Корогодина, Б. Д. Цуканов // Вестник Тамбовского университета. Серия Гуманитарные науки. Том 21. Выпуск 12 (164). / Тамбов: ТГУ им. Г. Р. Державина, 2016. – 184 с. – С. 93–97.
7. Иванов, В. Ф. Вариант повышения точности местоопределения источников коротковолнового радиоизлучения / В. Ф. Иванов, Т. О. Мысливцев, Б. В. Троицкий // Геомагнетизм и аэрономия. – 2013. – № 2. – С. 233–238.
8. Бабков, В. Ю. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование / В. Ю. Бабков, М. А. Вознюк, П. А. Михайлов. – М: Горячая линия – Телеком, 2007. – 224 с.
9. Пономарев, В. Н. Распространение УКВ в городе / В. Н. Пономарев, Е. Д. Тельпуховский, А. И. Куликов. – Томск: ТГУ, 1991. – 150 с.
10. Гладких, Б. А., Потапов, Ю. В. Местоопределение источника радиоизлучения в городских условиях при модели распространения с характерными отражателями // Специальная техника средств связи. Серия: техника излучения и приема радиосигналов, 1985. – Вып. 1. – С. 61–75.

Архипенко Александр Алексеевич
Академия ФСО России, г. Орел
Кандидат технических наук, доцент
302015, г. Орёл, ул.
Приборостроительная, д. 35
Тел. (4862)549859
E-mail: Arhipas@mail.ru

Корогодина Ирина Витальевна
Академия ФСО России, г. Орел
Кандидат педагогических наук
302015, г. Орёл, ул.
Приборостроительная, д. 35
Тел. (4862)549859
E-mail: ekorogodin@yandex.ru

Мосин Юрий Викторович
Академия ФСО России, г.
Орел
кандидат физико-
математических, доцент
302015, г. Орёл, ул.
Приборостроительная, д. 35
Тел. Тел. (4862)549859
E-mail: yurmos@ostu.ru

A.A. ARCHIPENKO, I.V. KOROGODINA, Yu.V. MOSIN

THE QUESTION ABOUT THE MONITORING OF ELECTROMAGNETIC FACTOR OF MOBILE RADIOCOMMUNICATION OBJECTS

Abstract. *In the article there is discussion about the issues of environmental monitoring of the electromagnetic factor of modern objects of information and communication systems. According to the results obtained in the course of the research work, the authors of the article presented an analysis of law acts and recommendations of national and international unions and committees on the issues of maximum permissible levels of non-ionizing radiation of radio equipment used at fixed transmission centers. The article highlights the approaches implemented in the environmental standardization of radio communications facilities. A description is given of the method for measuring and evaluating the levels of electromagnetic fields of cellular radio emission sources in urban areas.*

Keywords: *environmental monitoring, environmental safety, electromagnetic field.*

BIBLIOGRAPHY

1. Maslov, M. Y. Modern problems of electromagnetic ecology / M. Y. Maslov, Y.M. Spodobaeв, M.Y. Spodobaeв // *Electrosvyaz*. – 2014. – No 10. – P. 39-42.
2. Dovbysh, V. N. *Technologiya regionalnogo rontrolya prirodnoy sregy po factoru electromagnitnogo izlucheniya obectov energeticheskikh systems* // *Dis. ... Dr. Techn. sciences*. – Samara, 2010. – 317 p.
3. Slukin, V. M. Technogenic radiations as a factor in ecology human spaces / V. M. Slukin // *Academic Bulletin UralNIIproekt RAASN*. – 2010. – No 4. – P. 112-116.
4. Spodobaeв Yu.M. *Fundamentals of electromagnetic ecology* / Yu.M. Spodobaeв, V.P. Kubanov. –M.: Radio i svyaz, 2000.– 240 p.
5. EMF Exposure Standards. Applicable in Europe and Elsewhere = EMF exposure standards. It is used in Europe and other countries. March 2006. Ref: 2006-450-0006: [Electronic resource]. – URL:<http://www.eurelectric.org/Download/Download.aspx>.
6. Korogodina, I. V. Synthesis of fundamental nature and the professionalization of physical education as a necessary condition of training the specialist in the field of information communications / I. V. Korogodina, B. D. Tsukanov // *Vestnik Tambovskogo univesiteta. Setiya Gumanitarnyye nauki*. Tom 21. Vipusk 12 (164). / Tambov: TGU im. G. R. Derzhavina, 2016. – 184 p. – P. 93–97.
7. Ivanov, V. F. Option of increasing the positioning accuracy of short-wave radiation sources / V. F. Ivanov, T. O. Myslivecek, B. V. Troitsky // *Geomagnetism and Aeronomy*. – 2013. – № 2. – P. 233-238.
8. Babkov, V. Yu mobile Network. Frequency-territorial planning / V. Yu. Babkov, M. A. Voznyuk, P. A. Mikhailov. – M: Goryachaya liniya – Telecom, 2007. – 224 p.
9. Ponomarev, V. N. The distribution of VHF in the city / V. N. Ponomarev, E. D. Tel pukhovskii, A. I. Kulikov. – Tomsk: TGU, 1991. – 150 p.
10. Gladkikh, B. A., Potapov, Yu. V. Location of the radio emission source in urban conditions under the propagation model with characteristic reflectors // *Specialnaya tehnika sredstv svyazi. Seriya: technique of radiation and reception of radio signals*, 1985. – Issue. 1. – P. 61-75.

Archipenko Alexander Alekseevich
Academy of Federal Guard Service of
Russia
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor

Korogodina Irina Vitalyevna
Academy of Federal Guard Service of
Russia
Candidate of Pedagogic Sciences
302015, Orel, street Priborostroitelnaya,

Mosin Yuri Viktorovich
Academy of Federal Guard
Service of Russia
Candidate of Physical and
Mathematical Sciences,

302015, Orel, street Priborostroitelnaya, d. 35
35
Ph. (4862)549859
E-mail: Arhipas@mail.ru

Associate Professor
302015, Orel, street
Priborostroitelnaya, d. 35
Ph. (4862)549859
E-mail: yurmos@ostu.ru

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ДИНАМИКА, НАДЕЖНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ И БИОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

УДК 621.438

В.Т. МАТВЕЕНКО, А.В. ДОЛОГЛОНЯН, В.А. ОЧЕРЕТЯНЫЙ

ПАРАМЕТРЫ РАБОЧЕГО ТЕЛА ЗАМКНУТЫХ МИКРОГАЗОТУРБИНЫХ УСТАНОВОК С ОКИСЛИТЕЛЕМ ВОЗДУХОМ

Аннотация. В условиях Арктики необходима подводная техника, которая должна обеспечить разведку, обустройство и эксплуатацию месторождений, выполнение транспортных операций и возможность длительное время работать в отрыве от инфраструктуры мест базирования. Среди различных типов энергоустановок для этих целей перспективны замкнутые газотурбинные установки (ЗГТУ), обладающие рядом положительных свойств. ЗГТУ способны в одноконтурном варианте работать на органических видах топлива. Вместо традиционного окислителя – кислорода предлагается применить воздух, который на подводном объекте хранится в сжатом виде в баллонах. Установлено, что рабочее тело при подаче воздуха окислителя в зону горения в камере сгорания состоит из смеси азота и продуктов сгорания топлива. Так истинная весовая изобарная теплоемкость рабочего тела при входе в компрессор двигателя на 0,7 % больше по сравнению с теплоемкостью атмосферного воздуха. Теплоемкость изобарная по газу при входе в турбину двигателя больше на 2 % по сравнению с газотурбинным двигателем открытого цикла. Термодинамические характеристики ЗГТУ схожи с параметрами атмосферного газотурбинного двигателя, поэтому ЗГТУ в открытом цикле способна работать в надводном положении объекта без изменения конструкции проточной части двигателя.

Ключевые слова: замкнутая газотурбинная установка, рабочее тело, продукты сгорания, окислитель воздух, теплоемкость изобарная.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного объекта № 19-08-00469.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чернышев Е.А. Развитие воздухонезависимых энергетических установок подводных лодок / Е.А. Чернышев, Е.А. Романова, А.Д. Романов // Вестник Государственного университета морского и речного флота им. адм. С.О. Макарова, 2015. – №5(33). – С. 140-152.
2. Замуков В.В. Выбор воздухонезависимой энергоустановки неатомных подводных лодок / В.В. Замуков, Д.В. Сидоренков // Судостроение, 2012. – № 4. – С. 29-33.
3. Матвеевко В.Т. Характеристики рабочих процессов воздухонезависимых одноконтурных микрогазотурбинных установок для подводной техники / В.Т. Матвеевко, В.А. Очеретяный, А.В. Дологлонян // Вестник Государственного университета морского и речного флота им. адм. С.О. Макарова, 2017. – № 3(43). – С. 612-618.
4. Патент на полезную модель 180005 Российская Федерация, МПК F02C6/12. Газотурбинная воздухонезависимая установка подводного аппарата / В.Т. Матвеевко, А.В. Дологлонян, В.А. Очеретяный: заявитель и патентообладатель ФГБВОУВО «Черноморское высшее военно-морское училище им. П.С. Нахимова». – № 2011111332, заяв. 04.04.2017; опубл. 30.05.2018, Бюл. № 16.

5. Патент на полезную модель 188226 Российская Федерация, МПК F02C1/10. Замкнутая газотурбинная воздухомезависимая установка для подводной несущей платформы / В.Т. Матвеевко, А.В. Дологлонян, В.А. Очеретяный: заявитель и патентообладатель ФГБНУ «Институт природно-технических систем», – № 2018131778, заяв. 03.09.2018; опубл. 03.04.2019, Бюл. № 10.

6. Матвеевко В.Т. Глубокая утилизация теплоты в газотурбинных двигателях с турбиной перерасширения / В.Т. Матвеевко // Промышленная теплотехника, 1997. – Т. 19. – № 4-5. – С. 81-85.

7. Матвеевко В.Т. Результаты испытаний опытного когенерационного газотурбогенератора с турбокомпрессорным утилизатором // Вісник НТУ «Львівська політехніка»: Проблеми економії енергії. Вип.2. – Львів, 1999. – С.22-25.

8. Арбеков А.Н. Теория и проектирование газотурбинных и комбинированных установок / А.Н. Арбеков, А.Ю. Варакин, Э.А. Манушин и др. – М. Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. – 678 с.

9. Vick, Michael & Young, Trent & Kelly, Matthew & Tuttle, Steven & Hinnant, Katherine. (2016). A Simple Recuperated Ceramic Microturbine: Design Concept, Cycle Analysis, and Recuperator Component Prototype Tests. V008T23A030. 10.1115/GT2016-57780.

Дологлонян Андрей Вартазарович
ФГБНУ «Институт природно-технических систем», РФ, г. Севастополь, ул. Ленина, 28
Кандидат технических наук, заведующий лабораторией, старший научный сотрудник
E-mail: dologlonyan@hotmail.com

Матвеевко Валерий Тимофеевич
ФГБНУ «Институт природно-технических систем», РФ, г. Севастополь, ул. Ленина, 28
Доктор технических наук, профессор
E-mail: mvt3900@mail.ru

Очеретяный Владимир Анатольевич
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», РФ, г. Севастополь, ул. Университетская, 33
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: ocheret-1961@rambler.ru

V.T. MATVIENKO, A.V. DOLOGLONYAN, V.A. OCHERETYANY

PARAMETERS OF THE WORKING MEDIUM OF THE CLOSED MICROGAS TURBINE PLANTS WITH THE OXIDIZER AIR

Abstract. *In the conditions of the Arctic the underwater equipment which has to provide investigation, arrangement and operation of fields, performance of transport operations is necessary and a long time to work with an opportunity in a separation from infrastructure of basing places. Among different types of power plants for these purposes the closed gas turbine plants (CGTP) having a number of positive properties are perspective. CGTP are capable to work in single-circuit option at organic types of fuel. Instead of a traditional oxidizer - oxygen it is offered to apply air which on an underwater object is stored in summary form in cylinders. It is established that the working medium at air supply of an oxidizer in a burning zone in the combustion chamber consists of mix of nitrogen and products of fuel combustion. So specific isobaric heat of a working medium at an entrance to the compressor of the engine is 0,7% more in comparison with specific heat of an atmospheric air. Specific isobaric heat of gas at an entrance to the turbine of the engine is 2% more in comparison with the gas turbine engine of an open cycle. Thermodynamic characteristics of CGTP are similar to parameters of the atmospheric gas turbine engine therefore CGTP in an open cycle is capable to work in a surfaced state of an object without change of a design of a flowing part of the engine.*

Keywords: *the closed gas turbine plant, a working medium, combustion products, an oxidizer air, specific isobaric heat.*

BIBLIOGRAPHY

1. CHernyshev E.A. Razvitie vozduhonezavisimyh energeticheskikh ustanovok podvodnyh lodok / E.A. CHernyshev, E.A. Romanova, A.D. Romanov // Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota im. adm. S.O. Makarova, 2015. – №5(33). – S. 140-152.

2. Zamukov V.V. Vybora vozduhonezavisimoy energoustanovki neatomnyh podvodnyh lodok / V.V. Zamukov, D.V. Sidorenkov // Sudostroenie, 2012. – № 4. – S. 29-33.

3. Matveenko V.T. Harakteristiki rabochih processov vozduhonezavisimyh odnokonturnykh mikrogaзoturbinnnykh ustanovok dlya podvodnoy tekhniki / V.T. Matveenko, V.A. Ocheretyanyj, A.V. Dologlonyan // Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota im. adm. S.O. Makarova, 2017. – № 3(43). – S. 612-618.

4. Patent na poleznuyu model 180005 Rossijskaya Federaciya, MPK F02C6/12. Gazoturbinnaya vozduhonezavisimaya ustanovka podvodnogo apparata / V.T. Matveenko, A.V. Dologlonyan, V.A. Ocheretyanyj: zayavitel i patentoobladatel FGBVOUVO «Chernomorskoe vysshee voenno-morskoe uchilishche im. P.S. Nahimova». – № 2011111332, zayav. 04.04.2017; opubl. 30.05.2018, Byul. № 16.

5. Patent na poleznuyu model 188226 Rossijskaya Federaciya, MPK F02C1/10. Zamknutaya gazoturbinnaya vozduhonezavisimaya ustanovka dlya podvodnoj nesushchej platformy / V.T. Matveenko, A.V. Dologlonyan, V.A. Ocheretyanyj: zayavitel i patentoobladatel FGBNU «Institut prirodno-tehnicheskikh sistem», – № 2018131778, zayav. 03.09.2018; opubl. 03.04.2019, Byul. № 10.

6. Matveenko V.T. Glubokaya utilizaciya teploty v gazoturbinnih dvigatelyah s turbinoj pererasshireniya / V.T. Matveenko // Promyshlennaya teplotekhnika, 1997. – T. 19. – № 4-5. – S. 81-85.

7. Matveenko V.T. Rezul taty ispytaniy opytnogo kogeneracionnogo gazoturbogenerators s turbokompressornym utilizatorom // Visnik NTU «L vivs ka politekhnika»: Pro-blemi ekonomii energii. Vip.2. – L viv, 1999. – S.22-25.

8. Arbekov A.N. Teoriya i proektirovanie gazoturbinnih i kombinirovannyh ustanovok / A.N. Arbekov, A.YU. Varaksin, E.A. Manushin i dr. – M. Izdatel stvo MGTU im. N.E. Baumana, 2017. – 678 s.

9. Vick, Michael & Young, Trent & Kelly, Matthew & Tuttle, Steven & Hinnant, Katherine. (2016). A Simple Recuperated Ceramic Microturbine: Design Concept, Cycle Analysis, and Recuperator Component Prototype Tests. V008T23A030. 10.1115/GT2016-57780.

Dologlonyan Andrey Vartazarovich
FSBSI “Institute of nature and technical systems”, RF, Sevastopol, Lenina st., 28
Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher
E-mail: dologlonyan@hotmail.com

Matviienko Valerii Timofeevich
FSBSI “Institute of nature and technical systems”, RF, Sevastopol, Lenina st., 28
Doctor of Technical Sciences, Professor
E-mail: mvt3900@mail.ru

Ocheretyanyi Vladimir Anatolyevich
Sevastopol State University, RF, Sevastopol, Universitetskaya st., 33
Candidate of Technical Sciences, professor assistant
E-mail: ocheret-1961@rambler.ru

УДК 621.01

А.О. ХАРЧЕНКО, В.П. ДОЛГИН, А.А. ХАРЧЕНКО, Е.А. ВЛАДЕЦКАЯ

ОЦЕНКА ТРЕБУЕМОГО ОБЪЕМА ВЫБОРКИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ И АНАЛИЗЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Аннотация. В статье приведена методика оценки требуемого объема выборки, обеспечивающего надежное определение статистических параметров технической системы. Представлены материалы научно-методических и программных разработок авторов, потребовавшиеся для расчетов при моделировании и анализе технологических, автотранспортных и других стохастических систем автоматического управления при решении задач учебного и научного характера. Это позволяет упростить процедуру имитационного моделирования стохастических процессов и обеспечить надежную оценку требуемого объема выборки на основании допустимой погрешности модели.

Ключевые слова: оценка, требуемый объем выборки, относительное приращение математического ожидания, уравнение Лапласа, погрешность вычисления дисперсии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. – М.: Высшая школа, 1999. – 576 с.
2. Гнеденко Б.В., Математические методы в теории надежности / Б.В. Гнеденко, Ю.К. Беляев, А.Д. Соловьев. – М.: Наука, 1965. – 546 с.
3. Капур К., Надежность и проектирование систем / К. Капур, Л. Ламберсон. – М.: Мир, 1980. – 608 с.
4. Маригодов В.К. Теория и практика научных исследований / В.К. Маригодов, Г.А. Тихонов. – Севастополь: СевНТУ, 2007. – 247 с.
5. Колесов Ю.Б. Моделирование систем. Динамические и гибридные системы / Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 224 с.
6. Методические указания к выполнению практических работ и тестированию по дисциплине «Надежность технологических машин и систем» / Сост. А.О. Харченко, В.П. Долгин, О.В. Хромов, Е.А. Владецкая. – Севастополь: СевНТУ, 2013. – 24 с.
7. Братан С.М. Автоматическое управление процессами механической обработки: учебник / С.М. Братан, Е.А. Левченко, Н.И. Покинтелица, А.О. Харченко. – М: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2017. – 228 с.

8. Долгин В.П. Надежность автотранспортных средств. Практикум / В.П. Долгин, А.О. Харченко, О.В. Хромов. – К.: Кондор-Издательство, 2014. – 251 с.

9. Долгин В.П. Надежность технических систем / В.П. Долгин, А.О. Харченко. – М: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2017. – 167 с.

Харченко Александр Олегович

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь
Кандидат технических наук, профессор кафедры «Технология машиностроения»
299053, г. Севастополь,
ул. Университетская, 33
Тел. +7 (8692) 54-05-57
E-mail: khao@list.ru

Долгин Владимир Прохорович

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,
г. Севастополь
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобильный транспорт»
299053, г. Севастополь,
ул. Университетская, 33
Тел. +7 (8692) 54-35-70
E-mail: dolghin@rambler.ru

Харченко Андрей Александрович

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,
г. Севастополь
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобильный транспорт»
299053, г. Севастополь,
ул. Университетская, 33
Тел. +7 (8692) 54-35-70
E-mail: a.a.kharchenko@sevsu.ru

Владецкая Екатерина Александровна

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология машиностроения»
299053, г. Севастополь,
ул. Университетская, 33.
Тел. +7 (8692) 54-05-57
E-mail: vladetska@rambler.ru

A.O. KHARCHENKO, V.P. DOLGIN, A.A. KHARCHENKO, E.A. VLADETSKAYA

**ASSESSMENT OF THE REQUIRED VOLUME OF THE SAMPLING
IN MODELING AND ANALYSIS OF TECHNICAL SYSTEMS**

Abstract. *The article provides a methodology for assessing the required sample size, which provides reliable determination of the statistical parameters of the technical system. The materials of scientific, methodological and software developments of the authors are presented, which were required for calculations in the modeling and analysis of technological, motor transport and other stochastic automatic control systems for solving educational and scientific problems. This allows us to simplify the procedure for simulation of stochastic processes and to provide a reliable estimate of the required sample size based on the permissible error of the model.*

Keywords: *estimation, required sample size, relative increment of mathematical expectation, Laplace equation, variance calculation error.*

BIBLIOGRAPHY

1. Venttsel Ye.S. Teoriya veroyatnostey (Probability Theory) / Ye.S. Venttsel. – М.: Vysshaya shkola, 1999. – 576 s.
2. Gnedenko B.V., Matematicheskiye metody v teorii nadezhnosti (Mathematical methods in the theory of reliability) / B.V. Gnedenko, YU.K. Belyayev, A.D. Solovyev. – М.: Nauka, 1965. – 546 s.
3. Kapur K., Nadezhnost i proyektirovaniye system (Reliability and system design) / K. Kapur, L. Lamberson. – М.: Mir, 1980. – 608 s.
4. Marigodov V.K. Teoriya i praktika nauchnykh issledovaniy (Theory and practice of scientific research) / V.K. Marigodov, G.A. Tikhonov. – Sevastopol: SevNTU, 2007. – 247 s.
5. Kolesov Yu.B. Modelirovaniye sistem. Dinamicheskkiye i gibridnyye sistemy (Modeling systems. Dynamic and hybrid systems) / Yu.B. Kolesov, YU.B. Senichenkov. – SPb.: BKHV-Peterburg, 2006. – 224 s.
6. Metodicheskkiye ukazaniya k vypolneniyu prakticheskikh rabot i testirovaniyu po distsipline «Nadezhnost tekhnologicheskikh mashin i sistem» (Reliability of technological machines and systems) / Sost. A.O. Kharchenko, V.P. Dolgin, O.V. Khromov, Ye.A. Vladetskaya. – Sevastopol: SevNTU, 2013. – 24 s.
7. Bratan S.M. Avtomaticheskoye upravleniye protsessami mekhanicheskoy obrabotki: uchebnik (Automatic control of machining processes) / S.M. Bratan, Ye.A. Levchenko, N.I. Pokintelitsa, A.O. Kharchenko. – М: Vuzovskiy uchebnik: INFRA-M, 2017. – 228 s.

8. Dolgin V.P. Nadezhnost avtotransportnykh sredstv. Praktikum (Vehicle reliability. Practice) : ucheb. posobiye / V.P. Dolgin, A.O. Kharchenko, O.V. Khromov. – K.: Kondor-Izdatelstvo, 2014.-251s.

9. Dolgin V.P. Nadezhnost tekhnicheskikh sistem: Ucheb. posobiye (Reliability of technical systems) / V.P. Dolgin, A.O. Kharchenko. – M.: Vuzovskiy uchebnik: INFRA-M, 2017. – 167 s.

Kharchenko Alexander Olegovich

"Sevastopol State University",

Sevastopol

Ph.D., Professor of the department "Technology of mechanical engineering"

299053, Sevastopol, Universitetskaya St., 33

Tel. +7 (8692) 54-05-57

E-mail: khao@list.ru

Kharchenko Andrey Aleksandrovich

"Sevastopol State University", Sevastopol

Ph.D., Associate Professor of the department "Automobile Transport"

299053, Sevastopol, Universitetskaya St., 33

Tel. +7 (8692) 54-35-70

E-mail: a.a.kharchenko@sevsu.ru

Dolgin Vladimir Prokhorovich

"Sevastopol State University", Sevastopol

Ph.D., Associate Professor of the Department

"Automobile Transport"

299053, Sevastopol,

Universitetskaya St, 33

Tel. +7 (8692) 54-35-70

E-mail: dolghin@rambler.ru

Vladetskaya Ekaterina Aleksandrovna

"Sevastopol State University", Sevastopol Ph.D.,

Associate Professor of the department "Technology of mechanical engineering"

299053, Sevastopol, Universitetskaya St., 33

Tel. +7 (8692) 54-05-57

E-mail: vladetska@rambler.ru

УДК 004.942

О.В. ЧЕНГАРЬ, В.И. ШЕВЧЕНКО, Е.Н. МАЩЕНКО

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АДЕКВАТНОСТИ МОДЕЛИ ОРГАНИЗАЦИОННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЗАГРУЗКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. В статье представлены результаты экспериментальных исследований модели процесса организационного планирования загрузки технологического оборудования гибкой производственной системы машиностроительного производства. Представленная модель базируется на использовании биоинспирированного алгоритма муравьиных колоний для поиска лучших решений задачи построения производственного расписания при оперативно-календарном планировании. Тестирование проводилось на модели динамических процессов в условиях цеха механообработки деталей, типа тел вращения, для поставленной производственной программы. В результате компьютерного эксперимента проверена адекватность модели организационных процессов загрузки гибких производственных модулей участка машиностроительного производства.

Ключевые слова: муравьиный алгоритм, модель динамических процессов, гибкая производственная система, гибкий производственный модуль, оперативное планирование производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маляренко И. Планирование и оптимизация / И. Маляренко // Корпоративные системы. – 2006. – № 27. – С. 29-32.
2. Сачко Н.С. Организация и оперативное управление машиностроительным производством / Н.С. Сачко. – Минск: Новое знание, 2005. – 635 с.
3. Ченгарь О.В. Анализ методов, моделей, алгоритмов оперативного планирования работы производственного участка / О.В. Ченгарь, Ю.А. Скобцов, А.И. Секирин // Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия: «Вычислительная техника и автоматизация» – Донецк, 2010 – Выпуск 18 (169) – С. 133-140.
4. Ченгарь О.В. Графоаналитическая модель загрузки гибких производственных модулей автоматизированного технологического участка машиностроительного предприятия / О.В. Ченгарь, Е.О. Савкова // Вестник Восточно-украинского национального университета имени Владимира Даля. Научный журнал. – Луганск, 2011 – № 13(167). – С. 239-245.
5. Ченгарь О.В. Объектная модель производственного процесса для составления субоптимального расписания работы автоматизированного технологического участка / О.В. Ченгарь // Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия: «Вычислительная техника и автоматизация» – Донецк, 2012 – Выпуск 22 (200) – С. 56-62.
6. Dorigo M. Swarm Intelligence, Ant Algorithms and Ant Colony Optimization // Reader for CEU Summer University Course «Complex System». – Budapest, Central European University, 2001. – P. 1–38.
7. Скобцов Ю.А. Эволюционные вычисления: учебное пособие / Ю.А. Скобцов, Д.В. Сперанский // - М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ» 2015.-331с.

8. Ченгарь О.В. Разработка «направленного» муравьиного алгоритма для оптимизации производственного расписания / О.В. Ченгарь // Вестник Херсонского национального технического университета, ISBN 5-7763-2514-5 – г. Херсон, 2013 – №1(46) С. 212-217.

9. Ченгарь О.В. Имитационный алгоритм моделирования организационно-технологических процессов в гибкой производственной системе / О.В. Ченгарь // Известия южного федерального университета. Технические науки Издательство: Технологический институт Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет», ISSN: 1999-9429 – г. Таганрог, 2013 – № 4. С. 128-134

10. Скобцов Ю.А. Объектно-ориентированное моделирование и эволюционные алгоритмы / Ю.А.Скобцов, А.И.Секирин, С.Ю.Землянская, О.В.Ченгарь, В.Ю.Скобцов. // Труды 7-й Всероссийской научно-практической конференции «Имитационное моделирование» (ИММОД-2015)/ISBN 978-5-91450-173-7//Т.2.- М.:ИПУ РАН,2015, С.338-343.

Ченгарь Ольга Васильевна
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», кафедра информационных технологий и компьютерных систем, 299053, Россия, Севастополь, ул. Университетская, 33
Тел.: +7(8692) 435-173
E-mail: ovchengar@sevsu.ru

Шевченко Виктория Игоревна
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», кафедра информационных технологий и компьютерных систем, 299053, Россия, Севастополь, ул. Университетская, 33
Тел.: +7(8692) 435-173
E-mail: vishevchenko@sevsu.ru

Машенко Елена Николаевна
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», кафедра информационных технологий и компьютерных систем, 299053, Россия, Севастополь, ул. Университетская, 33
Тел.: +7(8692) 435-173
E-mail: maschenko@sevsu.ru

O.V. CHENGAR, V.I. SHEVCHENKO, E.N. MASHENKO

EXPERIMENTAL STUDY OF THE ADEQUACY OF THE MODEL OF ORGANIZATIONAL PLANNING OF LOADING TECHNOLOGICAL EQUIPMENT OF MACHINE-BUILDING PRODUCTION

Abstract. *The article presents the results of experimental studies of the model of the organizational planning process of loading process equipment flexible production system of machine-building production. The presented model is based on the use of bio-inspired algorithm ant colonies to find the best solutions to the problem of building a production schedule for operational and calendar planning. Testing was carried out on the model of dynamic processes in the conditions of machining shop of details, such as bodies of rotation, for the delivered production program. As a result of computer experiment adequacy of model of organizational processes of loading of flexible production modules of a site of machine-building production is checked.*

Keywords: *ant algorithm, model of dynamic processes, flexible production system, flexible production module, operational production planning.*

BIBLIOGRAPHY

1. Malyarenko I. Planning and Optimisation. Corporate Systems. - 2006. - № 27. - pp. 29-32.
2. Sachko N.S. The organization and operational management of engineering production. - Minsk: The new knowledge, 2005. - 635 p.
3. Chengar, O.V., Skobtsov, Y.A. and Sekirin, A.I. (2010), "Analysis of methods, models, algorithms of operational planning of work of an industrial site", Naukovi praci DonNTU. Seriya: Obchislyvalna tehnica ta avtomatizaciya, no. 18(169), pp. 133-140.
4. Chengar O.V., Savkova O.Y. Graphic-analytical model of flexible production modules loading for automated technological area of engineering company. Visnik of the Volodymyr Dahl east Ukrainian National University. The scientific journal. no. 13(167). – pp. 239-245.
5. Chengar O.V. The manufacturing process object model for suboptimal scheduling of automated technology area s work. Naukovi praci DonNTU. Seriya: Obchislyvalna tehnica ta avtomatizaciya, no. 22(200), pp. 56-62.
6. Dorigo M. Swarm Intelligence, Ant Algorithms and Ant Colony Optimization // Reader for CEU Summer University Course «Complex System». – Budapest, Central European University, 2001. – P. 1–38.
7. Skobtsov Y.A., Speransky D.V. Evolutionary computation: a tutorial. Moscow. The National Open University "INTUIT" 2015.-P.331.
8. Chengar, O.V. (2013), "Development of "directional" ant algorithm to optimize the production schedule", Bulletin Kherson national technical university, no. 1(46), pp. 212-217.
9. Chengar, O.V. (2013), "The imitating algorithm of modeling of organizational-technological processes in a flexible production system", Izvestiya ujnogo federalnogo universiteta. Tehnicheskie nauki, no 4, pp. 128-134.
10. Skobtsov Y.A., Sekirin A.I., Zemlyanskaya S.Y., Chengar O.V., Skobtsov V.Y. Object-oriented modeling and evolutionary algorithms. Proceedings of the 7th All-Russia Scientific-Practical Conference on Simulation and its Application in Science and Industry «Simulation. The Theory and Practice» («IMMOD-2015»). ISBN 978-5-91450-173-7. Moscow, Institute of Control Sciences of the Russian Academy of Sciences, 2015, pp. 338-343.

Chengar Olga Vasilyevna
Sevastopol State University, Department

Shevchenko Viktoriya Igorevna
Sevastopol State University, Department

Mashenko Elena Nikolaevna
Sevastopol State University,

of Information Technology and
computer systems,
299053, Russia, Sevastopol, University
str., 33
Ph.: +7(8692) 435-173
E-mail: ovchengar@sevsu.ru

of Information Technology and computer
systems,
299053, Russia, Sevastopol, University
str., 33
Ph.: +7(8692) 435-173
E-mail: vishevchenko@sevsu.ru

Department of Information
Technology and computer
systems,
299053, Russia, Sevastopol,
University str., 33
Ph.: +7(8692) 435-173
E-mail: maschenko@sevsu.ru

УДК 629.12

К.А. КОВАЛЬ

ОБ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОПУЛЬСИВНЫХ КАЧЕСТВ СОСТАВНОГО ПЛАВНИКОВОГО ДВИЖИТЕЛЯ

Аннотация. На основе совместного численного решения уравнений динамики вязкой несжимаемой жидкости и уравнений движения машущих элементов определены пропульсивные качества составного плавникового движителя. Показано, что при частоте колебаний ведущего элемента, близкой к собственной частоте конструкции, возможна реализация явления, известного под названием «регулируемый гидроупругий эффект». Оно характеризуется значениями пропульсивных качеств механической системы, близкими к оптимальным. Предложенные подходы могут быть использованы уже на ранних стадиях проектирования высокоэффективных движителей плавникового типа.

Ключевые слова: пропульсивные качества, плавниковый движитель, машущее крыло, система крыльев, регулируемый гидроупругий эффект.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Романенко, Е.В. Гидродинамика дельфинов, рыб и ластоногих / Е.В. Романенко, С.Г. Пушков // Сборник трудов «Фундаментальная и прикладная гидрофизика». 2008. № 2, С. 13 – 28
2. Козлов, Л.Ф. Теоретическая био-гидродинамика / Л.Ф. Козлов. – Киев: «Виша школа», 1983. – 240 с.
3. Слижевский, Н.Б. Гидробионика в судостроении / Н.Б. Слижевский. – Николаев: Изд-во УГМТУ, 2002. – 112 с.
4. Сухоруков, А.Л. Подводный аппарат с плавниковым движителем / А.Л. Сухоруков, Б.А. Лускин, К.А. Коваль // Патент на изобретение № 2678732
5. Коваль, К.А. Результаты верификации численного метода расчета гидродинамических и гидроакустических характеристик плавникового движителя / К.А. Коваль, А.Л. Сухоруков, И.А. Чернышев // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2016. Т. 9, № 4, С. 60 – 72
6. Яковенко, В.В. О распределении давления по поверхности профиля, гармонически колеблющегося в поступательном потоке / В.В. Яковенко // Труды Ленинградского политехнического института. 1953. № 5, С. 23 – 29
7. Фын, Я.Ц. Введение в теорию аэроупругости / Я.Ц. Фын. – М.: Физматлит, 1959. – 524 с.
8. Бисплингхофф, Р.Л. Аэроупругость / Р.Л. Бисплингхофф, Х. Эшли, Р.Л. Халфмэн. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1958. – 799 с.
9. Коваль, К.А. Об использовании формализма Виттенбурга в задаче расчета динамики составного плавникового движителя / К.А. Коваль, А.Л. Сухоруков // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2017. № 4–2 (324), С. 18 – 24

Коваль Кирилл Алексеевич

АО «ЦКБ МТ «Рубин», г. Санкт-Петербург
Инженер
191119, г. Санкт-Петербург, ул. Марата, 90
Тел. (812) 494-17-08
E-mail: koval.kir2014@yandex.ru

К.А. KOVAL

THE OPTIMIZATION OF PROPULSIVE QUALITIES OF A COMPOSITE FIN PROPELLER

Abstract. Propulsive qualities of a composite fin propeller are calculated by coupled solving equations of CFD and dynamics of flapping elements. This work demonstrates that it is possible to realize phenomenon known as

“regulable hydroelastic effect” if the frequency of oscillations of leading element is close to own frequency of the system. It is typical for the effect that values of propulsive qualities are close to optimal. Introduced approaches can be used even in the early stage of design high-performance fin propellers.

Keywords: *propulsive qualities, fin propeller, flapping wing, system of wings, regulable hydroelastic effect.*

BIBLIOGRAPHY

1. Romanenko, E.V. Gidrodinamika delfinov, ryb i lastonogih / E.V. Romanenko, S.G. Pushkov // Sbornik trudov “Fundamentalnaya i prikladnaya gidrofizika”. 2008. № 2, S. 13 – 28
2. Kozlov, L.F. Teoreticheskaya bio-gidrodinamika/ L.F. Kozlov. – Kiyev: “Vishcha shkola”, 1983. – 240 s.
3. Slizhevskiy, N.B. Gidrobionika v sudostroenii / N.B. Slizhevskiy – Nikolayev: Izd-vo UGMTU, 2002. – 112 s.
4. Sukhorukov, A.L. Podvodnyi apparat s plavnikovym dvizhitelem / A.L. Sukhorukov, B.A. Luskin, K.A. Koval // Patent na izobretenie № 2678732
5. Koval, K.A. Rezultaty verifikatsii chislennogo metoda rascheta gidrodinamicheskikh i gidroakusticheskikh harakteristik plavnikovogo dvizhitelya / K.A. Koval, A.L. Sukhorukov, I.A. Chernishev // Fundamentalnaya i prikladnaya gidrofizika. 2016. T. 9, №4, S. 60-72
6. Yakovenko, V.V. O raspredelenii davleniya po poverhnosti profilya, garmonicheskii koleblyushchegosya v postupatelnom potoke / V.V. Yakovenko // Trudy Leningradskogo politekhnicheskogo instituta. – 1953. № 5.
7. Fyn, Ya.Ts. Vvedenie v teoriyu aerouprugosti / Ya.Ts. Fyn. – M.: Fizmatlit, 1959. – 524 s.
8. Bisplinghoff, R.L. Aerouprugost / R.L. Bisplinghoff, H. Eshli, R.L. Halfman. – M. Izd-vo inostrannoy literatury, 1958. – 799 s.
9. Koval, K.A. Ob ispolzovanii formalizma Vittenburga v zadache rascheta dinamiki sostavnogo plavnikovogo dvizhitelya / K.A. Koval, A.L. Sukhorukov // Fundamentalnye i prikladnye problem tekhniki i tekhnologii. 2017. № 4–2 (324), S. 18 – 24

Koval Kirill Alekseevich

Central Design Bureau for Marine Engineering “Rubin”, St. Petersburg
Engineer

191119, St. Petersburg, 90 Marata str.

Ph.: (812) 494–17–08

E–mail: koval.kir2014@yandex.ru

УДК 621.039

Г.В. АБУШИК

ОЦЕНКА СОПРОТИВЛЯЕМОСТИ РАЗРУШЕНИЮ ЭЛЕМЕНТОВ ПАРОТУРБИННОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ТРЕЩИНАМИ

Аннотация. *Обследование корпусных деталей паротурбинного оборудования с наработкой, превышающей установленный срок службы заводом-изготовителем, зачастую выявляет наличие трещин, в том числе и в местах, недоступных для ремонта. Такого рода трещинообразование имеет усталостный характер. Трещина развивается в два продолжительных по времени этапа: этап подрастания трещины под действием переменных напряжений при нестационарных режимах работы турбоагрегата и этап устойчивого роста трещины под действием постоянных напряжений при номинальном режиме работы. Поэтому, эксплуатация корпусов с трещинами без ремонта возможна, но на ограниченный срок и только после проведения оценочных расчетов сопротивляемости разрушению металла конструкции. На примере корпуса цилиндра высокого давления турбины Т-100/120-130 с трещиной в области дренажного отверстия продемонстрированы особенности проведения подобных расчетов.*

Ключевые слова: *паровая турбина, корпус турбины, трещина, хрупкое разрушение, давление, напряжения, коэффициент интенсивности напряжений.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СО 153-34.17.440-03. Методические указания о порядке проведения работ при оценке индивидуального ресурса паровых турбин и продлении срока их эксплуатации сверх паркового ресурса. Изд. ВТИ.
2. Гаврилов С.Н., Георгиевская Е.В., Левченко А.И., Абушик Г.В. Расчетное исследование прочности и ресурса роторов паровых турбин ТЭС после восстановительного ремонта. Новое в российской электроэнергетике. №1, 2017г.
3. Абушик Г.В., Гаврилов С.Н., Георгиевская Е.В., Левченко А.И. Оценка влияния имеющихся дефектов на ресурсные характеристики роторов турбоагрегатов. Электрические станции. №7, 2017.
4. Плоткин Е. Р., Лейзерович А.Ш. Пусковые режимы паровых турбин энергоблоков. – М.: Энергия, 1980. - 192с.

5. Резинских В.Ф., Гладштейн В.И., Авруцкий Г.Д. Увеличение ресурса длительно работающих паровых турбин. – М.:Издательский дом МЭИ, 2007.-296 с.
6. Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений в 2-х томах. Т.2: Пер. с англ./ Под ред. Ю. Мураками. – М.: Мир, 1990. – 1016с.
7. Прочность паровых турбин. Под ред. акад. Л.А. Шубенко-Шубина. М., «Машиностроение», 1973, 456 с.
8. Артамонов В.В. Продление ресурса работы металла литых высокотемпературных деталей паровых турбин с исследованием критериев трещиностойкости. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, НПО ЦКТИ, Ленинград, 1984.
9. Артамонов В.В. Анализ работоспособности литых элементов паровых турбин по критериям трещиностойкости. Сб. “Труды ЦКТИ”, вып. 256, 1989.
10. Тепловое состояние высокоманевренных паровых турбин/ Л.П. Сафонов, К.П. Селезнев, А.Н. Коваленко. – Л.: Машиностроение, Ленингр. Отд-ние, 1983. – 295 с.
11. Конструкционные материалы для энергомашиностроения/ Г.А. Туляков, В.Н. Skorobogatykh, В.В. Гринеvский. – М.: Машиностроение, 1991. – 240 с..

Абушик Галина Валерьевна

ОАО «Научно-производственное объединение по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И. И. Ползунова», г. Санкт-Петербург
 Научный сотрудник отдела экспертной организации по исследованию ресурса, испытаниям материалов и сварных конструкций, экспертизе оборудования ТЭС и АЭС
 E-mail: gabushik@mail.ru

G.V. ABUSHIK

EVALUATION OF RESISTANCE TO DESTRUCTION OF ELEMENTS OF STEAM-TURBINE EQUIPMENT WITH CRACKS

Abstract. *Inspection of body parts of steam turbine equipment used after design lifetime often reveals the cracks. There are cases that cracks are located in places inaccessible to repair. Generally, this kind of cracking is fatigue. A crack develops in two long time phases. The first phase is an incubation period before any significant crack growth occurs under the action of variable stresses at non-stationary operating modes of turbine. The second phase is one of stable crack growth under the action constant stresses during nominal operating mode. Therefore, the operation of cases with cracks without repair is possible, but for limited time and only after the estimated calculations of the fracture resistance of the metal structure. Features of these calculations are shown by the example of the casing with the crack in a drain hole of high-pressure cylinder of the turbine unit T-100/120-130.*

Keywords: *steam turbine, turbine casing, crack, brittle fracture, pressure, stress, stress intensity factor.*

BIBLIOGRAPHY

1. SO 153-34.17.440-03. Metodicheskie ukazaniya o poryadke provedeniya rabot pri otsenke individualnogo resursa parovyih turbin i prodlenii sroka ih ekspluatatsii sverh parkovogo resursa. Izd. VTI.
2. Gavrilov S.N., Georgievskaya E.V., Levchenko A.I., Abushik G.V. Raschetnoe issledovanie prochnosti i resursa rotorov parovyih turbin TES posle vosstanovitel'nogo remonta. Novoe v rossiyskoy elektroenergetike. #1, 2017 g.
3. Abushik G.V., Gavrilov S.N., Georgievskaya E.V., Levchenko A.I. Otsenka vliyaniya imeyuschih defektov na resursnyie harakteristiki rotorov turboagregatov. Elektricheskie stantsii. #7, 2017.
4. Plotkin E. R., Leyzerovich A.Sh. Puskovyye rezhimy parovyih turbin energoblokov. – М.: Energiya, 1980. – 192 s.
5. Rezinskih V.F., Gladshiteyn V.I., Avrutskiy G.D. Uvelichenie resursa dlitelno rabotayuschih parovyih turbin. – М.:Izdatelstkiy dom MEI, 2007.-296 с.
6. Spravochnik po koeffitsientam intensivnosti napryazheniy v 2-h tomah. T.2: Per. s angl./ Pod red. Yu. Murakami. – М.: Mir, 1990. – 1016s.
7. Prochnost parovyih turbin. Pod red. akad. L.A. Shubenko-Shubina. М., «Mashinostroenie», 1973, 456 s.
8. Artamonov V.V. Prodlenie resursa raboty metalla lityih vyisokotemperaturnyih detaley parovyih turbin s issledovaniem kriteriev treschinostoykosti. Dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni kandidata tehnikeskikh nauk, NPO TsKTI, Leningrad, 1984.
9. Artamonov V.V. Analiz rabotosposobnosti lityih elementov parovyih turbin po kriteriyam treschinostoykosti. Sb. “Trudy TsKTI”, vyip. 256, 1989.
10. Teplovoe sostoyanie vyisokomanevrennyih parovyih turbin/ L.P. Safonov, K.P. Seleznev, A.N. Kovalenko. – Л.: Mashinostroenie, Leningr. Otd-nie, 1983. – 295 с.
11. Konstruktsionnyie materialyi dlya energomashinostroeniya/ G.A. Tulyakov, V.N. Skorobogatyih, V.V. Grinevskiy. – М.: Mashinostroenie, 1991. – 240 s.

Abushik Galina Valerievna

Joint-Stock Company «I.I. Polzunov Scientific and Development Association on Research and Design of Power Equipment», Sait-Petersburg
 Researcher at the Department of expert organization for research of source, testing of materials and welded structures, equipment expertise of HPP and NPP.

E-mail: gabushik@mail.ru

УДК: 628.11

К.Ю. ФЕДОРОВСКИЙ

ВЛИЯНИЕ НА ТЕПЛОПЕРЕДАЧУ ЧЕРЕЗ СУДОВУЮ ОБШИВКУ СОСТОЯНИЯ ЕЕ НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Аннотация. Рассмотрено влияние покраски поверхности судовой обшивки и ее обрастания на теплопередачу. Предложено использовать специальные антикоррозионные покрытия, хорошо проводящие тепло. Определено влияние на теплопередачу обрастания поверхности судовой обшивки. Рассмотрены вопросы предотвращения обрастания за счет термического воздействия.

Ключевые слова: система охлаждения, краска, обрастатели, теплопередача, термическое сопротивление.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федоровский К.Ю., Федоровская Н.К. Замкнутые системы охлаждения судовых энергетических установок. - Москва: ИНФРА-М, 2017. - 163 с.
2. Fauchais P. Thermal Sprayed Coatings Used Against Corrosion and Corrosive Wear / P. Fauchais, A. Vardelle // Advanced Plasma Spray Applications. - 2012. - Chapter 1. - P. 3–38.
3. Davis J. R. Handbook of Thermal Spray Technology / J.R. Davis. - OH, USA: ASM Int. Materials Park, 2004. - 338 p.
4. Пехович А.И. Расчеты теплового режима твердых тел / А.И. Пехович, В.М. Жидких. - Л.: Энергия, 1976. - 351 с.
5. Зобачев Ю.Е. Защита судов от коррозии и обрастания / Ю.Е. Зобачев, Э.В. Соминская. - М.: Транспорт, 1984. - 175 с.
6. Защита корпуса от обрастания. Продление междокового периода [Электронный ресурс]. - URL: https://www.trans-service.org/ru.php?section=info&page=teor_kor&subpage=eksp_korp_05 (дата обращения 24.01.2017).
7. Димов И. Влияние на повышение температуры сероводорода и хлора вверху обрастателей от охладительной системы на ТЭЦ «Варна» при лабораторных условиях / И. Димов // Изв. ин-та океанографии и рыбного хозяйства. - 1970. - Т. 10. - С.148–164.
8. Зевина Г.Б. Обрастание в морях СССР / Г.Б. Зевина. - М.: МГУ, 1972. - 920 с.
9. Строганова И.С. Биоповреждения материалов и изделий в пресной и морских водах / И.С. Строганова. - М.: МГУ, 1971. - 492 с.
10. Артемов Г.А. Системы судовых энергетических установок / Г.А. Артемов, В.П. Волошин. - Л.: Судостроение, 1980. - 319 с.
11. Луков Н.М. Автоматическое регулирование температуры двигателей / Н.М. Луков. - М.: Машиностроение, 1977. - 224 с.
12. Федоровский К.Ю. Устройство для подводной очистки от обрастания погружного теплообменного аппарата / К.Ю. Федоровский, Н.М. Туриченко // Авт. свид. № 1581649. - Бюл. изобр. - 1990. - № 28. - 56 с.

Федоровский Константин Юрьевич

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,
д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Энергоустановки морских судов и сооружений»,
ул. Кулакова 59/25,
тел: +79787096617,
e-mail: fedkonst@rambler.ru

K.Yu. FEDOROVSKIY

INFLUENCE ON HEAT TRANSFER THROUGH A SHIP COVERAGE OF THE STATE OF ITS EXTERNAL SURFACE

Abstract. The effect of painting the surface of the ship's plating and its fouling on heat transfer is considered. It is proposed to use special anti-corrosion coatings that conduct heat well. The influence on the heat transfer of the fouling of the surface of the vessel covering has been determined. The issues of fouling prevention due to thermal exposure are considered.

Keywords: cooling system, paint, fouling, heat transfer, thermal resistance.

BIBLIOGRAPHY

1. Fedorovskiy K.Yu., Fedorovskaya N.K. Closed cooling systems for ship power plants. - Moscow .: INFRA-M, 2017. - 163 p.
2. Fauchais P. Thermal Sprayed Coatings Used Against Corrosion and Corrosive Wear / P. Fauchais, A. Vardelle // Advanced Plasma Spray Applications. - 2012. - Chapter 1. - P. 3–38.
3. Davis J. R. Handbook of Thermal Spray Technology / J.R. Davis. - OH, USA: ASM Int. Materials Park, 2004. - 338 p.
4. Pehovich A.I. Calculations of the thermal regime of solids / A.I. Pehovich, V.M. Liquid. - L .: Energy, 1976. - 351 p.
5. Zobachev Yu.E. Protection of vessels against corrosion and fouling / Yu.E. Zobachev, E.V. Sominsky. - M.: Transport, 1984. - 175 p.
6. Protection of the hull against fouling. Prolongation of the interdock period [Electronic resource]. - URL: https://www.trans-service.org/ru.php?section=info&page=teor_kor&subpage=eksp_korp_05 (appeal date 01/24/2017).
7. Dimov I. Effect on the increase in temperature of hydrogen sulfide and chlorine at the top of the fouling agents from the cooling system at the Varna Thermal Power Plant under laboratory conditions / I. Dimov // Izv. Inst. Oceanography and fish trusts. - 1970. - V. 10. - P.148-164.
8. Zevina G.B. Fouling in the seas of the USSR / G. B. Zevina. - M .: MSU, 1972. - 920 p.
9. Stroganov I.S. Biodeterioration of materials and products in fresh and marine waters / I.S. Stroganov. - M .: MSU, 1971. - 492 p.
10. Artyomov G.A. Systems of ship power plants / G.A. Artyomov, V.P. Voloshin. - L .: Shipbuilding, 1980. - 319 p.
11. N. N. Lukov Automatic control of engine temperature / N.M. Bows. - M .: Mashinostroenie, 1977. - 224 p.
12. Fedorovskiy K.Yu. Device for underwater fouling treatment of a submersible heat exchanger / K.Yu. Fedorovsky, N.M. Turichenko // Auth. svid № 1581649. - Bull. fig. - 1990. - № 28. - 56 p.

Fedorovskiy Konstantin Yurievich

FGAOU VO «Sevastopol State University»,

doctor of technical sciences, professor, head of the department "Power installations of ships and structures,"

st. Kulakova 59/25,

tel: +79787096617,

e-mail: fedkonst@rambler.ru

УДК 621.9+51-74

В.И. ГОЛОВИН, С.Ю. РАДЧЕНКО

СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕШТАТНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ НА ОСНОВЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Аннотация. В ходе механической обработки на ЧПУ станках возникают отклонения от заданных геометрических параметров и шероховатости поверхности, что в свою очередь приводит к появлению брака. Первопричинами этих отклонений могут быть плохая оснастка или ненормальные условия работы оборудования, что приводит к царапинам на обрабатываемых деталях, созданию сильных вибраций или высоких температур во время обработки. В статье предложена структура системы прогнозирования, которая может эффективно анализировать полученные данные о состоянии оборудования и процессов, с целью выявления потенциальных отказов на ранних стадиях. Системы прогнозирования разрабатывается с использованием облачных технологий, а также подкрепляется современными алгоритмами искусственного интеллекта для обеспечения необходимой точности и надежности прогнозного анализа.

Ключевые слова: прогнозирование поломок инструмента, механическая обработка, станки с ЧПУ, мощность шпинделя, искусственный интеллект, сверточная нейронная сеть.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tian J, Morillo C, Azarian MH, Pecht M. Motor bearing fault detection using spectral kurtosis-based feature extraction coupled with k-nearest neighbor distance analysis. IEEE Trans Ind Electron 2016;63(3):1793–803.
2. Zhou Z, Wen C, Yang C. Fault isolation based on k-nearest neighbor rule for industrial processes. IEEE Trans Ind Electron 2016;63(4):2578–86.
3. C Li, Sanchez R-V, Zurita G, Cerrada M, Cabrera D, R.E Vasquez. Multimoal deep support vector classification with homologous features and its application to gearbox fault diagnosis. Neurocomputing 2015;168:119–27.
4. Zhou J, Yang Y, Ding S, Zi Y, Wei M. A fault detection and health monitoring scheme for ship propulsion systems using SVM technique. IEEE Access 2018;6:16207–15.
5. Chooruang K, Mangkalakeeree P. Wireless heart rate monitoring system using MQTT. Procedia Comput Sci 2016;86:160–3.

6. Schmitt A, Carlier F, Renault V. Dynamic bridge generation for IoT data exchange via the MQTT protocol. *Procedia Comput Sci* 2018;130:90–7.
7. Guo Y, Li G, Chen H, Hu Y, Li H, Xing L, et al. An enhanced PCA method with Savitzky-Golay method for VRF system sensor fault detection and diagnosis. *Energy Build* 2017;142:167–78.
8. Liang YC, Lu X, Li WD, Wang S. Cyber Physical System and Big Data enabled energy efficient machining optimisation. *J Clean Prod* 2018;187:46–62.
9. Axinte D, Gindy N. Assessment of the effectiveness of a spindle power signal for tool condition monitoring in machining processes. *Int J Prod Res* 2004;42(issue 13):2679–91.

Головин Василий Игоревич

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь
Кандидат технических наук, доцент, директор
Политехнического института
299000, г. Севастополь, ул. Университетская, 33
Тел. (8692) 55-00-77
E-mail: golovin@sevsu.ru

Радченко Сергей Юрьевич

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел
Доктор технических наук, профессор, проректор по
научно-технологической деятельности и аттестации
научных кадров
302026, Орловская область, г. Орел,
ул. Комсомольская, д. 95
Тел. (4862)47-50-71
E-mail: radsu@rambler.ru

V.I. GOLOVIN, S.Yu. RADCHENKO

**CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK
BASED PROGNOSIS FOR THE PREDICTION OF ABNORMAL
SITUATIONS DURING MECHANICAL PROCESSING**

Abstract. *During machining on CNC machines, deviations from predetermined geometric parameters and surface roughness occur, which leads to the appearance of failures. The root causes of these deviations may be poor equipment or abnormal operating conditions of the equipment, which leads to scratches on the workpieces, the creation of strong vibrations or high temperatures during processing. The article proposes the structure of a prognosis system that can effectively analyze the received data on the state of equipment and processes in order to identify potential failures in the early stages. Prediction systems are developed using cloud technologies, and also supported by modern artificial intelligence algorithms to provide the necessary accuracy and reliability of predictive analysis.*

Keywords: *tool breaking prognosis, machining, CNC machines, spindle power, artificial intelligence, convolutional neural network.*

BIBLIOGRAPHY

1. Tian J, Morillo C, Azarian MH, Pecht M. Motor bearing fault detection using spectral kurtosis-based feature extraction coupled with k-nearest neighbor distance analysis. *IEEE Trans Ind Electron* 2016;63(3):1793–803.
2. Zhou Z, Wen C, Yang C. Fault isolation based on k-nearest neighbor rule for industrial processes. *IEEE Trans Ind Electron* 2016;63(4):2578–86.
3. C Li, Sanchez R-V, Zurita G, Cerrada M, Cabrera D, R.E Vasquez. Multimoal deep support vector classification with homologous features and its application to gearbox fault diagnosis. *Neurocomputing* 2015;168:119–27.
4. Zhou J, Yang Y, Ding S, Zi Y, Wei M. A fault detection and health monitoring scheme for ship propulsion systems using SVM technique. *IEEE Access* 2018;6:16207–15.
5. Chooruang K, Mangkalakeeree P. Wireless heart rate monitoring system using MQTT. *Procedia Comput Sci* 2016;86:160–3.
6. Schmitt A, Carlier F, Renault V. Dynamic bridge generation for IoT data exchange via the MQTT protocol. *Procedia Comput Sci* 2018;130:90–7.
7. Guo Y, Li G, Chen H, Hu Y, Li H, Xing L, et al. An enhanced PCA method with Savitzky-Golay method for VRF system sensor fault detection and diagnosis. *Energy Build* 2017;142:167–78.
8. Liang YC, Lu X, Li WD, Wang S. Cyber Physical System and Big Data enabled energy efficient machining optimisation. *J Clean Prod* 2018;187:46–62.
9. Axinte D, Gindy N. Assessment of the effectiveness of a spindle power signal for tool condition monitoring in machining processes. *Int J Prod Res* 2004;42(issue 13):2679–91.

Golovin Vasily Igorevich

FGAOU VO "Sevastopol State University", Sevastopol
Candidate of Engineering Sciences, Docent, Director of
Polytechnic Institute.
299000, Sevastopol, Universitetskaya str., 33
Ph. 55-00-77

Radchenko Sergey Yuryevich

FGBOU VO «OGU im. I.S. Turgeneva», Orel
Doctor of Engineering Sciences, Professor, Vice-rector
for scientific and technological activities and
certification of scientific personnel
Ph. (4862)47-50-71

УДК 621.923

А.В. НЕМЕНКО, М.М. НИКИТИН

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ВАЛОВ

Аннотация. В работе рассмотрена задача прогнозной оценки долговечности объектов, подвергшихся многостадийной механической обработки в режиме циклических нагружений. Предполагается, что приращение повреждений материала деталей на последовательных этапах выполнения технологических операций есть независимые одинаково распределённые случайные величины. Получены формулы для распределения степени накопления усталостных повреждений, которые могут быть применены при назначении режимов механической и термической обработки детали.

Ключевые слова: механическая обработка, технологическая усталость, прогнозные оценки, накопление усталостных повреждений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и её приложения. В 2-х томах. Т.2./В. Феллер – М.: Мир, 1984. – 752 с.
2. Иванова В. С. Природа усталости металлов/ В.С. Иванова, В.Ф. Терентьев//М.: Metallurgija, 1975. – 456 с.
3. Hong Y., Lei Z., Sun C., Zhao A. Propensities of crack interior initiation and early growth for very-high-cycle fatigue of high strength steels // International Journal of Fatigue – 2014. – Vol. 58. – P. 144 – 151.
4. Неменко А.В. Прогнозная оценка остаточного ресурса стана холодной прокатки труб/А.В. Неменко, М.М. Никитин// Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – Орел, 2017. №3(323) – с. 4 – 11.
5. Байхельт Ф. Надежность и техническое обслуживание. Математический подход. Пер. с нем. /Ф. Байхельт, П. Франкен//М.: Радио и связь, 1988 – 392 с.

Неменко Александра Васильевна
ФГАОУ «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Техническая механика и машиноведение»
299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33
Тел. +79788330519
E-mail: valesan@list.ru

Никитин Михаил Михайлович
ФГАОУ «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь
Аспирант кафедры «Высшая математика»
299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33
Тел. +79788150316
E-mail: m.nikitin.1979@gmail.com

A.V. NEMENKO, M.M. NIKITIN

CONTROL OF CURVED SURFACE FINISHING BY THE CRITERION OF GEOMETRICAL ACCORDANCE

Abstract. The paper considers the task of predictive evaluation of the longevity of objects subjected to multistage machining in the cyclic loading mode. It is assumed that the increments of damage to the material of workpieces at successive stages of technological operations are independent identically distributed random variables. Formulas are obtained for fatigue defects accumulation distribution density, that can be applied when assigning the modes of mechanical and heat treatment of the workpiece.

Keywords: machining, technological fatigue, forecast evaluations, random walk, fatigue damage accumulation.

BIBLIOGRAPHY

1. Feller V. Vvedenie v teoriju verojatnostej i ejo prilozhenija. V 2-h tomah. T.2./V. Feller – M.: Mir, 1984. – 752 s.
2. Ivanova V. S. Priroda ustalosti metallov/ V.S. Ivanova, V.F. Terent ev//M.: Metallurgija, 1975. – 456 s.
3. Hong Y., Lei Z., Sun C., Zhao A. Propensities of crack interior initiation and early growth for very-high-cycle fati-gue of high strength steels // International Journal of Fatigue – 2014. – Vol. 58. – P. 144 – 151.
4. Nemenko A.V. Prognoznaja ocenka ostatochnogo resursa stana holodnoj prokatki trub/A.V. Nemenko, M.M. Nikitin// Fundamental nye i prikladnye problemy tehniki i tehnologii. – Oreel, 2017. №3(323) – s. 4 – 11.
5. Bajhel t F. Nadezhnost i tehni cheskoe obsluzhivanie. Matematicheskij podhod. Per. s nem. /F. Bajhel t, P. Franken//M.: Radio i svjaz , 1988 – 392 s.

Nemenko Alexandra Valilevna

FSAEI HE Sevastopol State University, Sevastopol
Ph.D. in Tech Science, assistant professor of chair
«Technical Mechanics and Machine Science»
Universitetskaya st, 33, Sevastopol, Russian Federation,
299053
Phone. +79788330519
E-mail: valesan@list.ru

Nikitin Michael Mikhailovich

FSAEI HE Sevastopol State University, Sevastopol
Post-graduate student of chair «Higher Mathematics »
Universitetskaya st, 33, Sevastopol, Russian Federation,
299053
Phone +79788150316
E-mail: m.nikitin.1979@gmail.com

УДК 621.48

А.В. ДОЛОГЛОНЯН, В.Т. МАТВЕЕНКО

ВЫБОР РАБОЧЕГО ТЕЛА И ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ОРГАНИЧЕСКОГО ЦИКЛА РЕНКИНА

Аннотация. Предметом рассмотрения в статье является проблема выбора рабочего тела для органического цикла Ренкина (ОЦР), а также оптимизация параметров с целью дальнейшего повышения его экономичности.

Определено, что при оптимизации мощности установки ОЦР существует два независимых параметра – разность между температурой источника низкопотенциальной энергии (ИНЭ) и температурой пара на входе в турбину (ΔT_1) и разность между критической температурой рабочего тела и температурой насыщения в цикле (ΔT_3). Существенным параметром для оптимизации мощности установки ОЦР является ΔT_3 . Показано, что для «сухих» веществ мощность паротурбинной установки без регенерации увеличивается с ростом ΔT_1 , а для «влажных» – уменьшается. Для установок с регенерацией при умеренных температурах ИНЭ мощность падает с ростом ΔT_1 , а для больших – растет.

Установлено, что наибольшее значение при выборе рабочего тела имеют величина критической температуры, характер рабочего тела («сухое» или «влажное») и соотношение между его критической температурой и температурой ИНЭ. При температуре источника низкопотенциальной энергии, существенно превышающей критическую температуру рабочего тела, наибольшая мощность установки ОЦР будет достигнута при значении $\Delta T_{3opt} = 0$.

Установлено, что для ИНЭ с постоянным расходом наиболее выгоден ОЦР без регенерации.

Показано, что для циклов без регенерации аммиак является универсальным рабочим телом и очень хорошо подходит как для работы с источниками теплоты с высокой температурой, так и с достаточно низкой, а для циклов с регенерацией наиболее подходящим рабочим телом можно считать R-1233zd.

Ключевые слова: органический цикл Ренкина, источник низкопотенциальной энергии, рабочее тело.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Brasz Joost J., Biederman Bruce P., Holdmann G. Power production from a moderate-temperature geothermal resource / Paper presented at the Geothermal resources council annual meeting September 25-28th, 2005; Reno, NV, USA.
2. Karellas S., Schuster A. Supercritical Fluid Parameters in Organic Rankine Cycle Applications // Int. J. of Thermodynamics. Vol. 11 (No. 3), P. 101-108, September 2008.
3. Velez F., Segovia J.J., Martin M.C., Antolin G., Chejne F., Quijano A. A technical, economical and market review of organic Rankine cycles for the conversion of low-grade heat for power generation // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2012. Vol. 16, no. 6. P. 4175- 4189.
4. Quoilin S., Van Den Broekb M., Declaye S., Dewallefa P., Lemorta V. Techno-economic survey of Organic Rankine Cycle (ORC) systems // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2013. Vol. 22. P.168-186.
5. Янчошек Л., Кунц П. Органический цикл Ренкина: использование в когенерации // Турбины и дизели. 2012. № 2. С. 50-53.
6. Tchanche B.F., Lambrinos Gr., Frangoudakis A., Papadakis G. Low-grade heat conversion into power using organic Rankine cycles – A review of various applications // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2011. Vol.15, iss. 8. P. 3963-3979.
7. Григорьев В.А., Зорин В.М. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент. Справочник/ Под общ. ред. чл.-корр. АН СССР В.А. Григорьева, В.М. Зорина. – 2-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 560 с.
8. Слободянюк Л.И. Проектирование судовых газотурбинных двигателей. – К.: ИСМО, 1996. – 168с.
9. Сетевой ресурс: http://neochemical.ru/File/DOWTHERM_A_TDS_Russian.pdf [Режим доступа 31.05.19].
10. Сетевой ресурс: <https://webbook.nist.gov/chemistry/fluid/> [Режим доступа 31.05.19].
11. Chen H., Goswami D.Y., Stefanakos E.K. A review of thermodynamic cycles and working fluids for the conversion of low-grade heat // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2010. Vol. 14. P. 3059- 3067.
12. Saleh B., Koglbauer G., Wendland M., Fischer J. Working fluids for low-temperature organic Rankine cycles // Energy. 2007. Vol. 32. P. 1210-1221. <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2006.07.001>

13. Drescher U., Brüggemann D. Fluid selection for the Organic Rankine Cycle (ORC) in biomass power and heat plants // Applied Thermal Engineering. 2007. Vol. 27. P. 223-228.
14. Tchanche B.F., Papadakis G., Lambrinos G., Frangoudakis A. Fluid selection for a low-temperature solar organic Rankine cycle // Applied Thermal Engineering. 2009. Vol. 29, no. 11-12. P. 2468-2476.
15. Mikielwicz D., Mikielwicz J. A thermodynamic criterion for selection of working fluid for subcritical and supercritical domestic micro CHP // Applied Thermal Engineering. 2010. Vol. 30. P. 2357-2362.
16. Lakew A.A., Bolland O. Working fluids for low-temperature heat source // Applied Thermal Engineering. 2010. Vol. 30. P. 1262-1268.
17. Киотский протокол к рамочной конвенции организации объединенных наций об изменении климата – Киото: 1997. – 43 с. Режим доступа: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kprus.pdf> (23.05.19)

Дологлонян Андрей Вартазарович
 ФГБНУ Институт природно-технических систем
 Российской Федерации, г. Севастополь
 Кандидат технических наук, старший научный
 сотрудник
 E-mail: dologlonyan@hotmail.com

Матвеев Валерий Тимофеевич
 ФГБНУ Институт природно-технических систем
 Российской Федерации, г. Севастополь
 Доктор технических наук, профессор
 E-mail: mvt3900@mail.ru

A.V. DOLOGLONYAN, V.T. MATVIENKO

CHOICE OF THE WORKING MEDIUM AND OPTIMIZATION OF PARAMETERS OF ORGANIC RANKINE CYCLE

Abstract. *A consideration subject in article is the problem of the choice of a working medium for the organic Rankine cycle (ORC), and also optimization of parameters for the purpose of further increase in its profitability.*

It is defined that by optimization of power of the ORC plant there are two independent parameters – a difference between temperature of the source of low-potential energy (SLE) and with the temperature of steam on an entrance to the turbine (ΔT_1) and a difference between the critical temperature of a working medium and saturation temperature of the cycle (ΔT_3). Essential parameter for optimization of power of the ORC installation is ΔT_3 . It is shown that for "dry" substances the power of steam-turbine plant without regeneration increases with growth ΔT_1 , and for "wet" – decreases. For plants with regeneration at moderate temperatures of SLE power falls with growth ΔT_1 , and for big – grows.

It is established that at the choice of a working medium the size of critical temperature, character of a working medium ("dry" or "wet") and a ratio between its critical temperature and temperature of SLE have the greatest value. At a temperature of a source of the low-potential energy significantly exceeding the critical temperature of a working medium, the largest power of the ORC plant will be reached at value $\Delta T_{3opt} = 0$.

It is established that ORC without regeneration is most favorable to SLE with a constant consumption.

It is shown that for cycles without regeneration ammonia is a universal working body and very well is suitable as for work with warmth sources with high temperature, and with rather low, and for cycles with regeneration by the most suitable working medium can be considered R-1233zd.

Keywords: *organic Rankine cycle, source of low-potential energy, working medium.*

BIBLIOGRAPHY

1. Brasz Joost J., Biederman Bruce P., Holdmann G. Power production from a moderate-temperature geothermal resource / Paper presented at the Geothermal resources council annual meeting September 25-28th, 2005; Reno, NV, USA.
2. Karellas S., Schuster A. Supercritical Fluid Parameters in Organic Rankine Cycle Applications // Int. J. of Thermodynamics. Vol. 11 (No. 3), P. 101-108, September 2008.
3. Velez F., Segovia J.J., Martin M.C., Antolin G., Chejne F., Quijano A. A technical, economical and market review of organic Rankine cycles for the conversion of low-grade heat for power generation // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2012. Vol. 16, no. 6. P. 4175- 4189.
4. Quoilin S., Van Den Broeck M., Declaye S., Dewallefa P., Lemorta V. Techno-economic survey of Organic Rankine Cycle (ORC) systems // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2013. Vol. 22. P.168-186.
5. Yanchoshek L., Kunc P. Organicheskiy cikl Renkina: ispol zovanie v kogeneracii // Turbiny i dize-li. 2012. № 2. S. 50-53.
6. Tchanche B.F., Lambrinos G., Frangoudakis A., Papadakis G. Low-grade heat conversion into power using organic Rankine cycles – A review of various applications // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2011. Vol.15, iss. 8. P. 3963-3979.
7. Grigor ev V.A., Zorin V.M. Teoreticheskie osnovy teplotekhniki. Teplotekhnicheskij eksperiment. Spravochnik/ Pod obshch. red. chl.-korr. AN SSSR V.A. Grigor eva, V.M. Zorin. – 2-e izd., pererab. – M.: Energoatomizdat, 1988. – 560 s.
8. Slobodyanyuk L.I. Proektirovanie sudovyh gazoturbinnih dvigatelej. – K.: ISMO, 1996. – 168s.
9. Setevoy resurs: http://neochemical.ru/File/DOWTHERM_A_TDS_Russian.pdf [Режим доступа 31.05.19].

10. Setevoj resurs: <https://webbook.nist.gov/chemistry/fluid/> [Режим доступа 31.05.19].
11. Chen H., Goswami D.Y., Stefanakos E.K. A review of thermodynamic cycles and working fluids for the conversion of low-grade heat // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2010. Vol. 14. P. 3059- 3067.
12. Saleh B., Koglbauer G., Wendland M., Fischer J. Working fluids for low-temperature organic Rankine cycles // *Energy*. 2007. Vol. 32. P. 1210-1221. <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2006.07.001>
13. Drescher U., Brüggemann D. Fluid selection for the Organic Rankine Cycle (ORC) in biomass power and heat plants // *Applied Thermal Engineering*. 2007. Vol. 27. P. 223-228.
14. Tchanche B.F., Papadakis G., Lambrinos G., Frangoudakis A. Fluid selection for a low-temperature solar organic Rankine cycle // *Applied Thermal Engineering*. 2009. Vol. 29, no. 11-12. P. 2468-2476.
15. Mikielewicz D., Mikielewicz J. A thermodynamic criterion for selection of working fluid for subcritical and supercritical domestic micro CHP // *Applied Thermal Engineering*. 2010. Vol. 30. P. 2357-2362.
16. Lakew A.A., Bolland O. Working fluids for low-temperature heat source // *Applied Thermal Engineering*. 2010. Vol. 30. P. 1262-1268.
17. Kiotskij protokol k ramochnoj konvencii organizacii ob"edinennyh nacij ob izmenenii klimata – Kio-to: 1997. – 43 s. Rezhim dostupa: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kprus.pdf> (23.05.19)

Dologlonyan Andrey Vartazarovich
FSBSI Institute of nature and technical systems of
Russian Federation, Sevastopol
Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher
E-mail: dologlonyan@hotmail.com

Matviienko Valerii Timofeevich
FSBSI Institute of nature-technical systems of Russian
Federation, Sevastopol
Doctor of Technical Sciences, Professor
E-mail: mvt3900@mail.ru

УДК 502.174:697.7

Е.В. БУРКОВА, Д.В. БУРКОВ

ВОЗМОЖНОСТЬ КРУГЛОГОДИЧНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В КРЫМУ

Аннотация. *Обоснована возможность создания сезонного круглогодичного аккумулятора использования солнечной энергии в Крыму с учетом суточных сумм прямой солнечной радиации для различных рельефов. Приведена годовая и суточная динамика поступления солнечной энергии, что является важной временной характеристикой для работы гелиоустановок.*

Ключевые слова: *солнечная энергия, тепловой аккумулятор, климат Крыма, суммарная радиация.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кабардин О.Ф. Физика: Справочные материалы / О.Ф. Кабардин – М.: Просвещение, 1991. – 367 с.
2. Климатический атлас Украинской ССР/Под ред. Г.И. Слабковича. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1968. – 232 с.
3. Климатический атлас Крыма.– Симферополь: Таврия-Плюс, 2000.– 118 с.
4. Климатический паспорт Крыма: [стат. сборник]. – Симферополь: Гидрометцентр в АРК, 2012. – 75 с.
5. Глущенко И.В. Опыт геоинформационного моделирования ландшафтно-геофизических условий в Горном Крыму / И.В.Глущенко, А.И. Лычак // *Ученые записки ТНУ. – Серия: География. – 2005. – 18(57). – №1. – С. 16-24.*
6. Муровская А.С. Разработка локальных систем энергоснабжения удаленных объектов на основе нетрадиционных возобновляемых источников энергии: материалы XIII міжнародної науково-практичної конференції «Відновлювана енергетика ХХІ століття» (Миколаївка, АР Крим, 10-14 вер. 2012 р.) / А.С. Муровская, В.А. Жаров. НАНУ. – Київ, 2012. – С. 68-73.

Буркова Елена Викторовна
Севастопольский государственный университет, г.
Севастополь
Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Техносферная безопасность»
E-mail: lena1b@mail.ru

Бурков Дмитрий Валериевич
Севастопольский государственный университет, г.
Севастополь
Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Энергоустановки морских судов и сооружений»
E-mail: dv.burkov@mail.ru

THE POSSIBILITY OF YEAR-ROUND USE OF SOLAR ENERGY IN THE CRIMEA

Abstract. *The possibility of creating a seasonal year-round battery of solar energy in the Crimea, taking into account the daily amounts of direct solar radiation for different reliefs. The annual and daily dynamics of solar energy is given, which is an important time characteristic for the operation of solar installations.*

Keywords: *solar energy, heat accumulator, climate of Crimea, total radiation.*

BIBLIOGRAPHY

1. Kabardin O. F. Physics: Reference materials / O. F. Kabardin – M.: Education, 1991. – 367p.
2. Climatic Atlas of the Ukrainian SSR, ed. by G. I. Labkovich. – L.: Hydrometeorological publishing house, 1968. – 232 p.
3. Climate Atlas of Crimea.– Simferopol: Tavria-Plus, 2000.– 118 p.
4. Climate passport of Crimea: [stat. collector.] – Simferopol: the meteorologist in the ARC, 2012. – 75 p.
5. Glushchenko I. V. Experience of geoinformation modeling of landscape and geophysical conditions in the Mountainous Crimea / I. V. Glushchenko, A. I. Lychak // Scientific notes of TNU. – Series: Geography. – 2005. – 18(57). – №1. – P. 16-24.
6. Murawska A. C. Development of local systems of energy supply of remote objects on the basis of non-traditional renewable energy sources: materials of the XIII mineralno Naukovo-praktichna Konferenz "Vbnewline Energetyka XXI stolittya" (between mykolayivka, AR Krim, 10-14 ver. 2012 R.) / A. S. Murovska, V. A. Zharov. National Academy of Sciences. – Kyiv, 2012. – p. 68-73.

Burkova Elena Viktorovna

Sevastopol State University, Sevastopol
Ph.D., associate professor of the Department
«Technosphere safety»
E-mail: lena1b@mail.ru

Burkov Dmitiy Valerievich

Sevastopol State University, Sevastopol
Ph.D., associate professor of the Department «Power
plants of ships and structures»
E-mail: dv.burkov@mail.ru

Уважаемые авторы!
Просим Вас ознакомиться с основными требованиями
к оформлению научных статей

- Объем материала, предлагаемого к публикации, измеряется страницами текста на листах формата А4 и содержит от 4 до 10 страниц; все страницы рукописи должны иметь сплошную нумерацию.

- Статья предоставляется в электронном виде (по электронной почте или на любом электронном носителе).

- Параметры набора. Поля: зеркальные, верхнее, левое, правое – 2 см, нижнее – 1,6 см, переплет – 0. Отступы до колонтитулов: верхнего – 1,25 см, нижнего – 0,85 см. Текст набирается в одну колонку, шрифт – Times New Roman, 12 пт. Отступ первой строки абзаца – 1,25 см. Выравнивание – по ширине. Междустрочный интервал – единичный. Включить автоматический перенос. Все кавычки должны быть угловыми (« »). Все символы «тире» должны быть среднего размера («–», а не «-»). Начертание цифр (арабских, римских) во всех элементах статьи – прямое (не курсив).

- Структура статьи:

УДК:

Список авторов на русском языке – **12 пт, ВСЕ ПРОПИСНЫЕ** в формате И.О. ФАМИЛИЯ **по центру без абзацного отступа**;

Название (не более 15 слов) на русском языке – **14 пт, полужирным, ВСЕ ПРОПИСНЫЕ по центру без абзацного отступа**;

Аннотация (не менее 200–250 слов) на русском языке – **10 пт, курсив**;

Ключевые слова на русском языке (не менее 3 слов или словосочетаний) – **10 пт, курсив**;

Текст статьи:

Список литературы (в порядке цитирования, ГОСТ 7.1–2003) на русском языке, заглавие списка литературы – **12 пт, полужирным, ВСЕ ПРОПИСНЫЕ по центру без абзацного отступа**, литература оформляется **10 пт**.

Сведения об авторах на русском языке – **10 пт**. Приводятся в такой последовательности:

Фамилия, имя, отчество;

учреждение или организация;

ученая степень, ученое звание, должность;

адрес;

телефон;

электронная почта.

- Название статьи, фамилии и инициалы авторов, аннотация, ключевые слова, список литературы (транслитерация) и сведения об авторах **обязательно дублируются на английском языке ЗА СТАТЬЕЙ**.

- Формулы набираются в редакторе формул Microsoft Equation. Размер символов: обычные – **12 пт**, крупный индекс – **9 пт**, мелкий индекс – **7 пт**. Нумерация формул – по правому краю в круглых скобках «()». Описание начинается со слова «где» без двоеточия, без абзацного отступа; пояснение каждого символа дается **с новой строки** в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Единицы измерения даются в соответствии с Международной системой единиц СИ.

- Рисунки – черно-белые. Если рисунок создан средствами MS Office, необходимо преобразовать его в картинку. Для растровых рисунков разрешение не менее 300 dpi. Подрисуночные надписи выполнять шрифтом **Times New Roman, 10 пт, полужирным, курсивным**, в конце точка не ставится.

- Рисунки с подрисуночной подписью, формулы, выравниваются **по центру без абзацного отступа**.

С полной версией требований к оформлению научных статей Вы можете ознакомиться на сайте <http://oreluniver.ru/public/file/science/journal/fipptt/>

Плата за опубликование статей не взимается.

Право использования произведений предоставлено авторами на основании п. 2 ст. 1286 Четвертой части Гражданского Кодекса Российской Федерации.

Адрес издателя:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»
302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95
Тел. (4862) 75–13–18
<http://oreluniver.ru>
E-mail: info@oreluniver.ru

Адрес редакции:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»
302030, г. Орел, ул. Московская, 34
+7(920)2806645, +7(906)6639898

<http://oreluniver.ru>
E-mail: radsu@rambler.ru

Право использования произведений предоставлено авторами на основании
п. 2 ст. 1286 Четвертой части Гражданского Кодекса Российской Федерации

Технический редактор Тюхта А.В.
Компьютерная верстка Тюхта А.В.

Подписано в печать 14.10.2019 г.
Дата выхода в свет
Формат 60x88 1/8. Усл. печ. л. 10.
Цена свободная. Тираж 600 экз.
Заказ _____

Отпечатано с готового оригинал–макета
на полиграфической базе ИП Синяев В.В.
302001, г. Орел, ул. Розы Люксембург, 10а