

ISSN 2073-7408

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ
И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

6 (350) 2021

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.
Поляков Р.Н. д-р техн. наук, проф.
Шоркин В.С. д-р физ.-мат. наук, проф.

Члены редколлегии:

Бухач А. д-р техн. наук, проф. (Польша)
Голеньков 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)
Зубчиных 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)
Мулюкин 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)
Распопов В.Я. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Савин Л.А. д-р техн. наук, проф.
(Россия)
Смоленцев В.П. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Солдаткин 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, Орловская обл., 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, 2021

Содержание

Колонка главного редактора

К 95-летию Евгения Ивановича Семенова (1926 – 2016)..... 3

Теоретическая механика и ее приложения

Павлов В.Д. Обобщение принципа комбинации движений на круговые движения..... 4

Механика деформируемого твердого тела, динамика и прочность

Поддубный Л.А., Гордон В.А., Потураева Т.В., Леонов Д.С. Вариант обратной задачи
динамики балки на основании Пастернака..... 10

Машиностроительные технологии и оборудование

Левый Д.В., Лакалина Н.Ю. Разработка элементов автоматизированной системы
проектирования приводов главного движения металлообрабатывающих станков с
формированием технической документации в Компас-3D..... 26
Барышев Д.П., Павленко Т.Г., Гераськин С.В., Кравченко И.Н., Кузнецов Ю.А., Гончаренко В.В.
Знакопеременные нагрузки при нестационарном режиме движения тела..... 33
Кожус О.Г., Барсуков Г.В., Прасолов Е.А., Данильченко С.Г. Создание абразива с полимерной
оболочкой, обеспечивающего повышение эффективности гидроабразивного резания..... 38
Кузнецов Ю.А., Кравченко И.Н., Шамрин А.В., Панков Г.Б., Селеменова Е.М. Теоретическое
обоснование адгезии покрытий при газотермическом напылении..... 45
Голеньков В.А., Радченко С.Ю., Дорохов Д.О. Горячая прокатка слитков, имеющих форму
призмы с основанием в виде равнобедренной трапеции, как процесс с комплексным
локальным нагружением очага деформации..... 54
Селеменов М.Ф., Фроленкова Л.Ю., Таранов А.С., Петрухин А.В., Титов Д.И. Моделирование
процесса зенкерования с использованием систем deform-3D и Solidworks..... 62

Машиноведение и мехатроника

Поляков Р.Н., Внуков А.В., Токмакова М.А., Родичева И.В. Исследование лабиринтных
уплотнений в мехатронных механизмах..... 71
Фетисов А.С., Казаков Ю.Н., Токмаков Н.В. Траектории ротора на магнитореологических
опорах скольжения..... 76
Цыбрич И.К., Игнатенко В.И., Вяликов И.Л., Родичев А.Ю. Применение эффекта Баркгаузена
в мехатронных системах контроля качества электротехнической стали..... 83
Горин А.В., Просекова А.В., Усикова И.Г., Романов В.В. Комплексный подход при реализации
мехатронной системы безопасности..... 89
Корнеев А.Ю., Сытин А.В., Мищенко Е.В. Анализ траекторий движения высокоскоростного ротора в
конических подшипниках жидкостного трения со стальными многослойными демпферами..... 96

Приборы, биотехнические системы и технологии

Панькина Е.С., Дорофеев Н.В. Выделение ключевых зон контроля в системе
геотехнического мониторинга..... 106
Ковалев В.Д., Радченко С.Ю., Герасимов В.П., Панков В.П. Комбинированное устройство для
электроочистки газозагрязненных сред..... 113

Контроль, диагностика, испытания и управление качеством

Ивахненко А.Г., Аникеева О.В. Некоторые задачи оптимального управления
целенаправленной деятельностью промышленного предприятия в области качества..... 120
Давыдова Н.В., Иванов Ю.Н., Ремизов Ю.А., Иванов В.О. Методика и модель определения
рациональной номенклатуры средств измерений для осуществления метрологического
обеспечения современных цифровых систем, сетей и комплексов связи..... 127

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

Бурков Д.В., Буркова Е.В., Аблаев А.Р. Исследование процессов циркуляции жидкости в
коллекторе с гидродинамическим контуром..... 136
Бугаев П.А., Поляков А.М., Пахалюк В.И. Планирование движений модулей активного
трансформаторного протеза с использованием модифицированной модели минимального
изменения вращающих моментов..... 142
Ченгарь О.В., Шевченко В.И., Малицкая А.А., Шевченко Д.Д. Система моделирования работы
автоматизированного склада в дискретном производстве..... 150
Семенов А.Б. Проблемы развития литья под давлением твердого металла в России..... 161
Буркова Е.В., Горбатов О.И., Бурков Д.В. Основные принципы создания каскадных
гелиоустановок для сезонного горячего водоснабжения..... 167
Полищев В.П., Круговой А.Н., Калинин М.И., Полищев В.В. Исследование технологий
жидкостного дыхания для удаления азота из организма биообъекта посредством
информационно-измерительной системы..... 172
Неменко А.В., Никитин М.М. Критериальная оценка отсутствия трещин в нагруженном
вращающемся объекте..... 186
Гайнуллина Я.Н., Пашков Е.В., Калинин М.И., Полищев В.П. Развитие технологий
жидкостного дыхания для обеспечения длительных глубоководных исследований..... 194

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.

Polyakov R.N. 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 Shengbo. 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)

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

Savin L.A. 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, Oryol region, Oryol, st.

Moskovskaya, 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 Pl № FS77-67029 from 30.08.2016

Index on the catalogue of the «Pressa Rossii» 29504

© Orel State University, 2021

Contents

Editors Note

To the 95th anniversary of Evgeny Ivanovich Semenov (1926 - 2016)..... 3

Theoretical mechanics and its applications

Pavlov V.D. Generalization of the principle of motions combination on circular motions..... 4

Mechanics of deformable solids, dynamics and strength

Poddubny A.A., Gordon V.A., Poturaeva T.V., Leonov D.S. A variant of the inverse problem of beam dynamics based on parsnips..... 10

Machine-building technologies and equipment

Levy D.V., Lakalina N.Y. Development of elements of an automated design system for the main movement drives of metal-cutting machines with the formation of technical documentation in Compass-3D..... 26

Baryshov D.P., Pavlenko T.G., Geraskin S.V., Kravchenko I.N., Kuznetsov Yu.A., Goncharenko V.V. Significant loads at non-stationary regime of body movement..... 33

Kozhus O.G., Barsukov G.V., Prasolov E.A., Danilchenko S.G. Creation of abrasive with a polymer shell, providing increasing efficiency abrasive waterjet cutting..... 38

Kuznetsov Yu.A., Kravchenko I.N., Shamrin A.V., Pankov G.B., Selemeneva E.M. Theoretical justification of coating adhesion during gas-thermal spraying..... 45

Golenkov V.A., Radchenko S.Yu., Dorokhov D.O. Hot rolling of ingots having a prism form with a base in the form of an equal keystone as a process with complex local loading of the deformation society..... 54

Selemenev M.F., Frolenkova L.Yu., Tarapanov A.S., Petrukhin A.V., Titov D.I. Simulation of the calculation process using deform-3D and Solidworks systems..... 62

Machine Science and Mechatronics

Polyakov R.N., Vnukov A.V., Tokmakova M.A., Rodicheva I.V. Justification of the design sequence combined supports with variable characteristics..... 71

Fetisov A.S., Kazakov Yu.N., Tokmakov N.V. Rotor trajectories on magnetorheological fluid-film bearings..... 76

Tsybriy I.K., Ignatenko V.I., Vyalikov I.L., Rodichev A.Y. Application of the Barkhausen effect in mechatronic quality control systems of electrical steel..... 83

Gorin A.V., Prosekova A.V., Usikova I.G., Romanov V.V. Comprehensive approach to implementation mechatronic safety system..... 89

Korneev A.Yu., Sytin A.V., Mishchenko E.V. The analysis of the trajectories of motion of high-speed rotor in the conical liquid friction bearings with multi-layer steel dampers..... 96

Devices, biotechnical systems and technologies

Pankina E.S., Dorofeev N.V. Selection of key control zones in the geotechnical monitoring system..... 106

Kovalev V.D., Radchenko S.Yu., Gerasimov V.P., Pankov V.P. Combined device for electric cleaning of gas-air media..... 113

Monitoring, Diagnostics, Testing and Quality Management

Ivakhnenko A.G., Anikeeva O.V. Some problems of optimal management of purposeful activity of an industrial enterprise in the field of quality..... 120

Davydova N.V., Ivanov Y.N., Remizov Y.A., Ivanov V.O. Methodology and model for determining the rational nomenclature of measuring instruments for the implementation of metrological support of modern digital systems, networks and communication complexes..... 127

Materials of the international scientific and technical conference

«Dynamics, reliability and durability of mechanical and biomechanical systems»

Burkov D.V., Burkova E.V., Ablayev A.R. Research of liquid circulation processes in a manifold with a hydrodynamic circuit..... 136

Bugayov P.A., Poliakov A.M., Pakhaliuk V.I. Movement planning of modules of an active transfemoral prosthesis using a modified minimum torque change model..... 142

Chengar O.V., Shevchenko V.I., Malitskaya A.A., Shevchenko D.D. System for simulating the operation of an automated warehouse in discrete production..... 150

Semenov A.B. Problems of the development of solid-liquid metal pressure casting in Russia..... 161

Burkova E.V., Gorbatykh O.I., Burkov D.V. Creation principles of cascading seasonal solar stations for hot-water supply..... 167

Polivtsev V.P., Krugovoy A.N., Kalinin M.I., Polivtsev V.V. Research of liquid breathing technology for removing nitrogen from the bio-object by measuring information system..... 172

Nemenko A.V., Nikitin M.M. Criterion estimator of the crack absence in a loaded rotating object..... 186

Gaynullina Ya.N., Pashkov E.V., Kalinin M.I., Polivtsev V.P. Development of liquid breathing technologies to ensure long-term deep-sea research..... 194

Колонка главного редактора

К 95-летию Евгения Ивановича Семенова (1926 – 2016)

15 ноября 1926 года родился Евгений Иванович Семенов – выдающийся советский и российский ученый в области теории и технологии обработки металлов давлением, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, лауреат Государственной премии Правительства РФ в области науки и техники, почетный президент отделения «Заготовительные производства в машиностроении» Академии проблем качества РФ, автор более 30 учебников и учебных пособий, более 350 научных публикаций и 20 авторских свидетельств и патентов, основатель научной школы технологии и оборудованияковки и объемной штамповки, первый председатель редакционного совета и главный редактор журнала «Заготовительные производства в машиностроении».



Научная деятельность Е.И. Семенова была связана с созданием и развитием теории и технологии обработки металлов давлением и разработкой на этой основе новых технологических процессов, оснастки и оборудования. Его теоретические разработки в области обработки металлов давлением легли в основу промышленных технологических процессов открытой облойной штамповки, штамповки в закрытых штампах и в штампах для выдавливания, которые обеспечивали высокое качество получаемых заготовок, экологическую безопасность производства, экономию металла и высокая производительность.

Отличительной особенностью научной деятельности Евгения Ивановича являлась генерация новых идей и их практическая реализация. Его целеустремленность и проявленная им инициатива способствовали внедрению и дальнейшему применению этих процессов в автомобиле-, тракторо- и авиастроении, приборостроении, а также других отраслях промышленности.

Е.И. Семеновым были разработаны и внедрены оригинальные технологические процессы секционной штамповки дисков, выдавливания и высадки, обеспечивающие высокое качество и экономию высоколегированных сталей. Е.И. Семеновым совместно с группой сотрудников были разработаны и внедрены в производство гидравлические прессы уникальной конструкции силой 200 и 300 МН.

Всего под его научным руководством и консультировании подготовлены и защищены более 50 кандидатских и 5 докторских диссертаций. Среди учеников Евгения Ивановича есть известные ученые, главные инженеры, главные технологи и руководители крупнейших научно-исследовательских организаций и промышленных предприятий нашей страны.

За заслуги в научно-педагогической деятельности Евгений Иванович был награжден орденами Трудового Красного Знамени, «Знак Почета», 12 медалями, дипломом Лауреата НТТМ, пятью медалями ВДНХ, знаком «Отличник высшей школы». За участие в Великой Отечественной войне награжден медалью «За Победу над Германией».

Друзья, коллеги и многочисленные ученики Евгения Ивановича Семенова помнят и продолжают его дело, а будущие инженеры и ученые в области обработки металлов давлением учатся по его книгам.

Лавриненко Владислав Юрьевич

д.т.н., заведующий кафедрой «Технологии обработки материалов»

МГТУ им. Н.Э. Баумана

В.Д. ПАВЛОВ

**ОБОБЩЕНИЕ ПРИНЦИПА КОМБИНАЦИИ ДВИЖЕНИЙ
НА КРУГОВЫЕ ДВИЖЕНИЯ**

Аннотация. Цель исследования состоит в обобщении принципа комбинации движений на круговые движения. Актуальность работы обусловлена тем, что в технических системах широко распространены комбинированные вращательные движения, и при конструировании важно представлять характер суммарного движения. Установлено, что при вращениях в противоположные стороны траектория суммарного движения представляет собой эллипс. Определены все стандартные характеристики эллипса применительно к рассматриваемому случаю. Установлен наклон эллиптической траектории. Подобно тому, как результатом суперпозиции двух неускоренных движений является также неускоренное, т.е. равномерное и прямолинейное движение, при вращениях в одну сторону траектория суммарного движения представляет собой окружность. Практический аспект исследования определяется тем, что полученные формулы могут непосредственно использоваться в САПР при выполнении конструкторских работ.

Ключевые слова: комбинация движений, круговые движения, эллиптическая траектория, круговая траектория, кратные скорости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шеховцева Т.В., Шеховцева Е.В. Методика проектирования планетарно– дифференциального редуктора // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. 2018. № 2 (328). С. 59–69.
2. Чернышов В.Н., Мишин В.В., Селихов А.В., Рыбакова Н.В. Исследование закона распределения активного сопротивления подшипника при различных режимах трения // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. 2012. № 6 (296). С. 143–149.
3. Климов В.Е., Ушаков Л.С., Каманин Ю.Н. Разработка и математическое моделирование мехатронного горнопроходческого комплекса с рабочим органом планетарного типа // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. 2018. № 1 (327). С. 106–114.
4. Бохонский А.И., Рыжков А.И. Проектирование упругого объекта для исследования оптимального переносного вращательного движения вокруг неподвижной оси // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. 2019. № 4–2 (336). С. 101–106.
5. Прейс В.В. Математическая модель фактической производительности роторного бункерного загрузочного устройства с вращающимися воронками // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. 2017. № 5 (325). С. 123–128.
6. Бородина М.Б., Мироненко С.В., Шевченко Б.А. Моделирование динамики работы гидромеханической муфты с планетарным дифференциальным передаточным механизмом // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. 2014. № 2 (304). С. 44–50.
7. Сергиев А.П., Проскурин Д.А., Макаров А.В., Еременко А.Ю., Долгих А.С. Поиск эффективных решений при обработке в центробежно–планетарных устройствах // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. 2014. № 2 (304). С. 105–109.
8. Кузнецов С.А., Владимиров А.В., Лысянский В.А., Харламов П.В. Определение силового передаточного отношения планетарного нагружателя с замкнутым контуром // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. 2010. № 3 (281). С. 26–29.
9. Сафронов Е.В., Носко А.Л. Выбор передаточного отношения мультипликатора фрикционного тормозного ролика // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. 2018. № 5 (331). С. 81–87.
10. Бабин А.Ю. Моделирование динамического поведения ротора на активном упорном гидростатодинамическом подшипнике с учётом параметров элементов системы управления // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. 2019. № 1 (333). С. 73–80.

Павлов Валентин Дмитриевич

Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых
к.т.н., старший преподаватель кафедры «Автоматизация, мехатроника и робототехника»
600023, Владимир, ул. Вересковая, 17
89512705065
pavlov.val.75@mail.ru

V.D. PAVLOV

GENERALIZATION OF THE PRINCIPLE OF MOTIONS COMBINATION ON CIRCULAR MOTIONS

Abstract. *The aim of the research is to generalize the principle of a combination of movements to circular movements. The relevance of the work is due to the fact that combined rotational movements are widespread in technical systems, and when designing it is important to represent the nature of the total movement. It has been established that when rotating in opposite directions, the trajectory of the total motion is an ellipse. All the standard characteristics of the ellipse are determined in relation to the case under consideration. The inclination of the elliptical trajectory is set. Just as the result of the superposition of two unaccelerated movements is also unaccelerated, i.e. uniform and rectilinear movement, with rotations in one direction, the trajectory of the total movement is a circle. The practical aspect of the study is determined by the fact that the formulas obtained can be directly used in CAD when performing design work.*

Keywords: *combination of movements, circular movements, elliptical trajectory, circular trajectory, multiple speeds.*

BIBLIOGRAPHY

1. Shekhovtseva T.V., Shekhovtseva E.V. Planetary differential gear design methodology // *Fundamentalnyye i prikladnyye problemy tekhniki i tekhnologii*. 2018. № 2 (328). S. 59–69.
2. Chernyshov V.N., Mishin V.V., Selikhov A.V., Rybakova N.V. Investigation of the distribution law of the active resistance of the bearing under various modes of friction // *Fundamentalnyye i prikladnyye problemy tekhniki i tekhnologii*. 2012. № 6 (296). S. 143–149.
3. Klimov V.E., Ushakov L.S., Kamanin Yu.N. Development and mathematical modeling of a mechatronic mining complex with a working body of a planetary type // *Fundamentalnyye i prikladnyye problemy tekhniki i tekhnologii*. 2018. № 1 (327). S. 106–114.
4. Bokhonskiy A.I., Ryzhkov A.I. Designing an elastic object to study the optimal translational rotational motion around a fixed axis // *Fundamentalnyye i prikladnyye problemy tekhniki i tekhnologii*. 2019. № 4–2 (336). S. 101–106.
5. Preis V.V. Mathematical model of the actual performance of a rotary hopper loading device with rotating funnels // *Fundamentalnyye i prikladnyye problemy tekhniki i tekhnologii*. 2017. № 5 (325). S. 123–128.
6. Borodina M.B., Mironenko S.V., Shevchenko B.A. Modeling the dynamics of the hydromechanical clutch with a planetary differential gear // *Fundamentalnyye i prikladnyye problemy tekhniki i tekhnologii*. 2014. № 2 (304). S. 44–50.
7. Sergiev A.P., Proskurin D.A., Makarov A.V., Eremenko A.Yu., Dolgikh A.S. Finding efficient solutions for centrifugal planetary machining // *Fundamentalnyye i prikladnyye problemy tekhniki i tekhnologii*. 2014. № 2 (304). S. 105–109.
8. Kuznetsov S.A., Vladimirov A.V., Lysyansky V.A., Kharlamov P.V. Determination of the Power Ratio of a Closed Loop Planetary Loader // *Fundamentalnyye i prikladnyye problemy tekhniki i tekhnologii*. 2010. № 3 (281). S. 26–29.
9. Safronov E.V., Nosko A.L. Selection of the gear ratio of the multiplier of the friction brake roller // *Fundamentalnyye i prikladnyye problemy tekhniki i tekhnologii*. 2018. № 5 (331). S. 81–87.
10. Babin A.Yu. Modeling the dynamic behavior of the rotor on an active hydrostatic–dynamic thrust bearing, taking into account the parameters of the control system elements // *Fundamentalnyye i prikladnyye problemy tekhniki i tekhnologii*. 2019. № 1 (333). S. 73–80.

Pavlov Valentin Dmitrievich

Vladimir State University A.G. and N.G. Stoletovs

Ph.D., Senior Lecturer of the Department of "Automation, Mechatronics and Robotics"

600023, Vladimir, st. Vereskovaya, 17

89512705065

pavlov.val.75@mail.ru

МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА, ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ

УДК 539

DOI: 10.33979/2073-7408-2021-350-6-10-25

Л.А. ПОДДУБНЫЙ, В.А. ГОРДОН, Т.В. ПОТУРАЕВА, Д.С. ЛЕОНОВ

ВАРИАНТ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ДИНАМИКИ БАЛКИ НА ОСНОВАНИИ ПАСТЕРНАКА

Аннотация. В работе представлена математическая модель динамического процесса, инициируемого в конструктивно нелинейной системе – статически нагруженной балке на упругом основании Пастернака — внезапным образованием дефекта в виде осадки части основания. Уравнения статического прогиба, собственных и вынужденных колебаний представлены в матричной форме с использованием многокомпонентных векторов состояния и матриц влияния начальных параметров на состояние сечений балки. Показано, что определённое сочетание механических характеристик системы «балка – двухпараметрическое основание» и параметров повреждения основания (локализация и размеры) приводит к вынужденным моногармоническим колебаниям с частотой, выражаемой в долях частоты свободной или полностью опертой балки. Определены величины приращений внутренних усилий, обусловленные фактором внезапности образования повреждения.

Ключевые слова: балка, упругое основание, осадка основания, фактор внезапности, вибрации, догружения, начальные параметры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Datta, S.C. A critical review on idealization and modeling for interaction among soil – foundation – structure system / S.C. Datta, R. Roy // Computers and structures. 2002. 80(2–21).pp. 1579–1594.
2. Wang, Y.H. Beams and plates on elastic foundations: a review / Y.H. Wang, L.G. Tham, Y.K. Cheung // Progress in Structural Engineering and Materials. 2005. 7(4). pp.74 – 182.
3. Balabušić, M. Bending the Foundation Beam on Elastic Base by Two Reaction Coefficient of Winklers Subgrade / M. Balabušić, B.Folic, S.Coric // Open Journal of Civil Engineering. 2019. 9. pp.123– 134.
4. Tivari, K. Overview of Methods of Analysis of Beams on Elastic Foundation/ K.Tivari, R.Kuppa // IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering. 2014. Vol.11, issue 5. pp. 22–29.
5. Gordon, V. Vibration of loaded beam initiated by fully or partially destruction// V.Gordon, O.Pilipenko // Proc.22nd International Congress on Sound and Vibration. 2015. Florence, Italy.
6. Gordon, V. Beam dynamical stresses increments after partial deconstruction of foundation / V.Gordon, O.Pilipenko, T.Gasimov // Proc. 7th European Congress on Computational Methods in Applied Science and Engineering, 2016. Vol.3. pp.5533 – 5549, Crete, Greece.
7. Dynamic loading of the beam on the Pasternak base initiated by the sudden settlement of part of the base» / V.I. Travush, V.A.Gordon, V.I. Colchunov, E.V. Leontiev // IOP Conference Series Materials Science and Engineering. 2020. 896. Article 012041.
8. The response of the system “beam – foundation” on sudden changes of boundary conditions / V.I. Travush, V.A.Gordon, V.I. Colchunov, E.V. Leontiev // IOP Conference Series Materials Science and Engineering. 2018. 456(1): Article 012130.
9. Gordon, V.A. Dynamic effects at sudden structural rebuilding of the “beam–foundation” system/ V.A.Gordon, O.V.Pilipenko, V.A.Trifonov // Proc. of ISMA 2018 International Conference on Noise and Vibration Engineering and USD. International Conference on Uncertainty in Structural Dynamics. 2018. pp.1645 – 1654, Leuven, Belgium.
10. Gordon, V.A. The reactions of the «beam – foundation» system to the sudden change of the boundary conditions / V.A.Gordon, O.V. Pilipenko, V.A. Trifonov // MATEC Web of conferences. 2018. Vol. 188. Article 03008. 5th International Conference of Engineering Against Failure, Chios, Greece.
11. Fwa, T. F. Use of Pasternak Foundation Model in Concrete Pavement Analysis / T. F. Fwa, X. P. Shi, S. A. Tan // Journal of Transportation Engineering. 1996. 122(4). pp.323–328.
12. Teodoru, I.B. A Finite Element Study of the Bending Behavior of Beams Resting on Two–Parameter Elastic Foundation / I.B. Teodoru, V.Musat, M.Vrabie // Bulletin of the Polytechnic Institute of Iasi. 2006. 65, pp.7–20.
13. Valsangkar, A. J. Vibrations of beam–columns on two–parameter elastic foundations / A. J. Valsangkar, R. Pradhanang // Earthquake Engineering & Structural Dynamics. 1988. 16(2), pp.217–225.
14. Гордон, В.А. Собственные изгибные колебания балки, частично опертой на основание Пастернака / В.А.Гордон, Г.А.Семенова //Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2020. №1(339).С.34–42.

Поддубный Алексей Алексеевич

Белорусский государственный университет
транспорта, г. Гомель
Кандидат физико–математических наук, доцент,
начальник факультета
246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34
Тел. 8–10–375–232–319378.
E–mail: bsut@bsut.by

Гордон Владимир Александрович

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел
Доктор технических наук, профессор кафедры
технической физики и математики
302020 г. Орел, Наугорское шоссе, 29
Тел. (4862) 41–98–48
E–mail: gordon@ostu.ru

Потураева Татьяна Вячеславовна

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел
Кандидат технических наук, доцент кафедры
технической физики и математики
302020 г. Орел, Наугорское шоссе, 29
Тел. (4862) 41–98–48
E–mail: tanpo77@mail.ru

Леонов Денис Сергеевич

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел
Архитектурно–строительный институт,
студент группы 11С
302020 г. Орел, ул. Московская, 77
Тел. 89192649607
E–mail: leonoffdeniso4ka@yandex.ru

A.A. PODDUBNY, V.A. GORDON, T.V. POTURAEVA, D.S. LEONOV

**A VARIANT OF THE INVERSE PROBLEM OF BEAM
DYNAMICS BASED ON PARSNIPS**

***Abstract.** The paper presents a mathematical model of a dynamic process initiated in a constructively nonlinear system – a statically loaded beam on an elastic Pasternak foundation – by the sudden formation of a defect in the form of subsidence of a part of the foundation. The equations of static deflection, natural and forced vibrations are presented in matrix form using multicomponent state vectors and matrices of the influence of the initial parameters on the state of the beam sections. It is shown that a certain combination of mechanical characteristics of the «beam – two–parameter foundation» system and parameters of damage to the foundation (localization and dimensions) leads to forced nonharmonic vibrations with a frequency expressed in fractions of the frequency of a free or fully supported beam. The values of the increments of internal efforts, caused by the factor of suddenness of the formation of damage, have been determined.*

Keywords: beam, elastic foundation, foundation subsidence, factor of suddenness, vibration, additional loading, initial parameters.

BIBLIOGRAPHY

1. Datta, S.C. A critical review on idealization and modeling for interaction among soil – foundation – structure system / S.C. Datta, R. Roy // Computers and structures. 2002. 80(2–21).pp. 1579–1594.
2. Wang, Y.H. Beams and plates on elastic foundations: a review / Y.H. Wang, L.G. Tham, Y.K. Cheung // Progress in Structural Engineering and Materials. 2005. 7(4). pp.74 – 182.
3. Balabušić, M. Bending the Foundation Beam on Elastic Base by Two Reaction Coefficient of Winklers Subgrade / M. Balabušić, B. Folic, S. Coric // Open Journal of Civil Engineering. 2019. 9. pp.123– 134.
4. Tivari, K. Overview of Methods of Analysis of Beams on Elastic Foundation/ K. Tivari, R. Kuppa // IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering. 2014. Vol.11, issue 5. pp. 22–29.
5. Gordon, V. Vibration of loaded beam initiated by fully or partially destruction// V. Gordon, O. Pilipenko // Proc.22nd International Congress on Sound and Vibration. 2015. Florence, Italy.
6. Gordon, V. Beam dynamical stresses increments after partial deconstruction of foundation / V. Gordon, O. Pilipenko, T. Gasimov // Proc. 7th European Congress on Computational Methods in Applied Science and Engineering. 2016. Vol.3. pp.5533 – 5549, Crete, Greece.
7. Dynamic loading of the beam on the Pasternak base initiated by the sudden settlement of part of the base» / V.I. Travush, V.A. Gordon, V.I. Colchunov, E.V. Leontiev // IOP Conference Series Materials Science and Engineering. 2020. 896. Article 012041.
8. The response of the system “beam – foundation” on sudden changes of boundary conditions / V.I. Travush, V.A. Gordon, V.I. Colchunov, E.V. Leontiev // IOP Conference Series Materials Science and Engineering. 2018. 456(1): Article 012130.
9. Gordon, V.A. Dynamic effects at sudden structural rebuilding of the “beam–foundation” system/ V.A. Gordon, O.V. Pilipenko, V.A. Trifonov // Proc. of ISMA 2018 International Conference on Noise and Vibration Engineering and USD. International Conference on Uncertainty in Structural Dynamics. 2018. pp.1645 – 1654, Leuven, Belgium.

10. Gordon, V.A. The reactions of the «beam – foundation» system to the sudden change of the boundary conditions / V.A. Gordon, O.V. Pilipenko, V.A. Trifonov // MATEC Web of conferences. 2018. Vol. 188. Article 03008. 5th International Conference of Engineering Against Failure, Chios, Greece.
- 11 Fwa, T. F. Use of Pasternak Foundation Model in Concrete Pavement Analysis / T. F. Fwa, X. P. Shi, S. A. Tan // Journal of Transportation Engineering. 1996. 122(4). pp.323–328.
12. Teodoru, I.B. A Finite Element Study of the Bending Behavior of Beams Resting on Two-Parameter Elastic Foundation / I.B. Teodoru, V. Musat, M. Vrabie // Bulletin of the Polytechnic Institute of Iasi. 2006. 65, pp.7–20.
13. Valsangkar, A. J. Vibrations of beam-columns on two-parameter elastic foundations / A. J. Valsangkar, R. Pradhanang // Earthquake Engineering & Structural Dynamics. 1988. 16(2), pp.217–225.
14. Gordon, V.A. Proper bending vibrations of a beam partially supported on a Pasternak base / V.A. Gordon, G.A. Semenova // Fundamental and applied problems of engineering and technology. 2020. №1(339). C. 34–42.

Poddubny Alexey Alekseevich

Belarusian State University of Transport, Gomel
Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Associate Professor,
Head of the Faculty
34 Kirov str., Gomel, 246653
Tel. 8–10–375–232–319378.
E–mail: bsut@bsut.by

Gordon Vladimir Alexandrovich

Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel
Doctor of Technical Sciences, Professor of the
Department of Technical Physics and Mathematics
302020 Orel, Naugorskoe highway, 29
Тел. (4862) 41–98–48
E–mail: gordon@ostu.ru

Poturaeva Tatyana Vyacheslavovna

Orel State University named after I.S. Turgenev
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of
the Department of Technical Physics and Mathematics
302020 Orel, Naugorskoe highway, 29
Tel. (4862) 41–98–48
E–mail: tanpo77@mail.ru

Leonov Denis Sergeevich

FSBEI HE "OSU named after I.S. Turgenev ", Orel
Institute of Architecture and Construction,
student of group 11C
302020 Oryol, st. Moscow, 77
Tel. 89192649607
E–mail: leonoffdeniso4ka@yandex.ru

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

УДК 621.9:004

DOI: 10.33979/2073-7408-2021-350-6-26-32

Д.В. ЛЕВЫЙ, Н.Ю. ЛАКАЛИНА

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИВОДОВ ГЛАВНОГО ДВИЖЕНИЯ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ С ФОРМИРОВАНИЕМ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В КОМПАС–3D

Аннотация. Целью работы являлась разработка элементов автоматизированной системы проектирования приводов главного движения металлорежущих станков. В качестве автоматизированных подсистем разработаны модули проектирования ременных передач, муфт, коробок скоростей, шпиндельных узлов и модуль подбора электродвигателя для привода главного движения металлорежущих станков. Так же для всех разработанных модулей предусмотрено автоматизированное формирование конструкторской документации в системе Компас–3D, а именно параметризованных 3D-моделей и ассоциативных чертежей элементов приводов главного движения металлорежущих станков. Разработанная автоматизированная система проектирования позволит быстро производить расчеты элементов приводов главного движения и позволит визуализировать работу с помощью построения 3D-моделей элементов, входящих в состав приводов, а также быстро пересчитывать их параметры при изменении исходных данных. Так же элементы разработанной автоматизированной системы проектирования могут использоваться как в профильных учебных заведениях с целью отработки и визуализации знаний и умений, полученных обучающимися, так и на машиностроительных предприятиях с целью приближенной оценки вариантов конструкции на стадии эскизного проектирования оборудования. Пользователями программы могут являться обучающиеся или сотрудники предприятий, обладающие базовым уровнем подготовки по техническому направлению.

Ключевые слова: автоматизированная система проектирования, шпиндельный узел, ременная передача, муфта, коробка скоростей, подбор электродвигателя, параметризованная 3D-модель, ассоциативный чертеж.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев, В. И. Справочник конструктора–машиностроителя: В 3 т. Т. 1 / В. И. Анурьев; под. ред. И. Н. Жестковой. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с. – ISBN 5–217–02963–3.
2. Анурьев, В. И. Справочник конструктора–машиностроителя: В 3 т. Т. 2 / В. И. Анурьев; под. ред. И. Н. Жестковой. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – 912 с. – ISBN 5–217–02964–1.
3. Анурьев, В. И. Справочник конструктора–машиностроителя: В 3 т. Т. 3 / В. И. Анурьев; под. ред. И. Н. Жестковой. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – 864 с. – ISBN 5–217–02964–X.
4. Берлинер, Э.М. САПР в машиностроении: учеб. для вузов / Э.М. Берлинер. – М.: Форум, 2012. – 447 с. – ISBN 978–5–91134–117–6.
5. Кирилин, Ю.В. Расчет и проектирование шпиндельных узлов металлорежущих станков с опорами качения: Учебное пособие / Ю. В. Кирилин, А. В. Шестернинов – Ульяновск: УлГТУ, 1998. – 72 с. – ISBN 5–89146–000–0.
6. Чернянский, П. М. Проектирование и ремонт шпиндельных узлов: Учебное пособие / П.М. Чернянский, А.Г. Схиртладзе. – Москва: НИЦ ИНФРА–М, 2014. – 272 с.: ил.; – (Высшее образование: Бакалавриат). – ISBN 978–5–16–005361–5.
7. Кудрявцев, Е. М. КОМПАС–3D V10. Максимально полное руководство. В 2-х томах. Т. 1 [Электронный ресурс] / Е. М. Кудрявцев. – Москва: ДМК Пресс, 2008. – 1184 с.: ил. – (Серия «Проектирование»). – ISBN 978–5–94074–428–3.
8. Кудрявцев, Е. М. КОМПАС–3D. Моделирование, проектирование и расчет механических систем [Электронный ресурс] / Е. М. Кудрявцев. – Москва: ДМК Пресс, 2008. – 400 с.: ил. – (Серия «Проектирование»). – ISBN 978–5–94074–418–4.
9. Проников, А.С. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: в 2 т. Т. 2 / А.С. Проников, Е.И. Борисов, В.В. Бушуев и др. – Москва: Машиностроение, 1995, – 358 с. – ISBN 5–217–01246–3.
10. Шестернинов, А. В. Основы конструирования и расчета элементов технологического оборудования: учебное пособие / А.В. Шестернинов. – Ульяновск: УлГТУ, 2018. – 167 с. – ISBN 978–5–9795–1837–4.

Левый Дмитрий Владимирович

ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», г. Брянск
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Металлорежущие станки и инструменты»
241035, г. Брянск, бульвар 50 лет Октября, дом 7
Тел.: 8–920–606–19–75
E-mail: dims78-l@ya.ru

Лакалина Нина Юрьевна

ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», г. Брянск
старший преподаватель кафедры «Металлорежущие станки и инструменты»
241035, г. Брянск, бульвар 50 лет Октября, дом 7
Тел.: 8–910–232–21–03
E-mail: ninalakalina@yandex.ru

D.V. LEVY, N.Y. LAKALINA

DEVELOPMENT OF ELEMENTS OF AN AUTOMATED DESIGN SYSTEM FOR THE MAIN MOVEMENT DRIVES OF METAL–CUTTING MACHINES WITH THE FORMATION OF TECHNICAL DOCUMENTATION IN COMPASS–3D

Abstract. *The aim of the work was to develop elements of an automated design system for the main movement drives of metal–cutting machines. As automated subsystems, design modules for belt drives, couplings, gearboxes, spindle assemblies and a module for selecting an electric motor to drive the main movement of metal–cutting machines have been developed. Also, for all the developed modules, automated generation of design documentation in the Compass–3D system is provided, namely, parameterized 3D models and associative drawings of the elements of the main movement drives of metal–cutting machines. The developed automated design system will allow you to quickly calculate the elements of the main movement drives and will allow you to visualize the work by building 3D models of the elements that make up the drives, as well as quickly recalculate their parameters when the source data changes. Also, the elements of the developed automated design system can be used both in specialized educational institutions for the purpose of working out and visualizing the knowledge and skills acquired by students, and in machine–building enterprises for the purpose of approximate evaluation of design options at the stage of preliminary design of equipment. Users of the program can be students or employees of enterprises with a basic level of training in the technical direction.*

Keywords: *automated system design, spindle assembly, belt drive, coupling, gearbox, electric motor selection, parameterized 3D model, associative drawing.*

BIBLIOGRAPHY

1. Anuryev, V. I. Handbook of the constructor–machine–builder: In 3 vols., vol. 1 / V. I. Anuryev; ed. by I. N. Zhestkova. – 8th ed., reprint. and add. – M.: Mashinostroenie, 2001. – 920 p. – ISBN 5–217–02963–3.
2. Anuryev, V. I. Handbook of the designer–machine builder: In 3 vols. T. 2 / V. I. Anuryev; ed. by I. N. Zhestkova. – 8th ed., reprint. Moscow: Mashinostroenie, 2001. – 912 p. – ISBN 5–217–02964–1.
3. Anuryev, V. I. Handbook of the constructor–machine–builder: In 3 vols. T. 3 / V. I. Anuryev; ed. by I. N. Zhestkova. – 8th ed., reprint. and add. – M.: Mashinostroenie, 2001. – 864 p. – ISBN 5–217–02964–X.
4. Berliner, E. M. CAD in mechanical engineering: textbook. for universities / E. M. Berliner. – M.: Forum, 2012. – 447 p. – ISBN 978–5–91134–117–6.

5. Kirilin, Yu. V. Calculation and design of spindles of machine tools bearings rolling: textbook / V. Kirilin, A. V. Shesterikov – Ulyanovsk: UISTU, 1998. – 72 p. – ISBN 5–89146–000–0.
6. Kudryavtsev, E. M. KOMPAS–3D V10. The most complete guide. In 2 volumes. Vol. 1 [Electronic resource] / E. M. Kudryavtsev. – Moscow: DMK Press, 2008. – 1184 p.: ill. – (Series "Design"). – ISBN 978–5–94074–428–3.
7. Kudryavtsev, E. M. KOMPAS–3D. Modeling, design and calculation of mechanical systems [Electronic resource] / E. M. Kudryavtsev. – Moscow: DMK Press, 2008. – 400 p.: ill. – (Series "Design"). – ISBN 978–5–94074–418–4.
8. Pronikov, A. S., Design of machine tools and machining systems: V 2 t T 2 / Pronikov A. S., And E. Borisov, V. V. Bushuev, etc. – Moscow: Mashinostroenie, 1995, – 358 p. – ISBN 5–217–01246–3.
9. Chernyavskiy, P. M. Design and repair of spindles: textbook / P. M. Chernyavskiy, A. G. Skhirtladze. – Moscow: SIC INFRA–M, 2014. – 272 p.: ill.; – (Higher education: Bachelors degree). – ISBN 978–5–16–005361–5.
10. Shesterninov, A.V. Fundamentals of design and calculation of elements of technological equipment: a textbook / A.V. Shesterninov. – Ulyanovsk: UISTU, 2018. – 167 p. – ISBN 978–5–9795–1837–4.

Levy Dmitry Vladimirovich

«Bryansk State Technical University», Bryansk
Ph.D., Associate Professor of the Department «Metal–cutting Machines and Tools»
241035, Bryansk, 50 Let Oktyabrya Boulevard, 7
Ph.: 8–920–606–19–75
E–mail: dims78–l@ya.ru

Lakalina Nina Yuryevna

«Bryansk State Technical University», Bryansk
senior lecturer of the Department «Metal–cutting machines and tools»
241035, Bryansk, 50 Let Oktyabrya Boulevard, 7
Ph.: 8–910–232–21–03
E–mail: ninalakalina@yandex.ru

УДК 629.113

DOI: 10.33979/2073-7408-2021-350-6-33-37

Д.П. БАРЫШЕВ, Т.Г. ПАВЛЕНКО, С.В. ГЕРАСЬКИН, И.Н. КРАВЧЕНКО,
Ю.А. КУЗНЕЦОВ, В.В. ГОНЧАРЕНКО

ЗНАКОПЕРЕМЕННЫЕ НАГРУЗКИ ПРИ НЕСТАЦИОНАРНОМ РЕЖИМЕ ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА

***Аннотация.** В статье представлена методика выбора режимов разгона, замедления и торможения подвижного агрегата с учетом движения по нелинейным микропрофильным поверхностям.*

***Ключевые слова:** скорость, колебания, микропрофиль, агрегат, вертикальная перегрузка, математическая модель, упругие усилия.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хачатуров А.А. и др. Динамика системы дорога–шина–автомобиль–водитель. М.: Машиностроение, 1976. – 235 с.
2. Аксенов П.В. Многоосные автомобили. М.: Машиностроение, 1989. – 280 с.
3. Барышов Д.П., Рулев С.В. Методика оценки допустимой скорости движения подвижного агрегата с учетом режимов разгона, замедления и торможения // Актуальные проблемы российской космонавтики, тр. XXXIII академ. чтен. по космонавтике. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. С. 331.
4. Гриценко Д.В., Нуждов Ю.Н, Фалалеев П.П. Моделирование дорожного воздействия. – М.: ВА им. Ф.Э. Дзержинского, – 1994.
5. Динамика системы дорога–шина–автомобиль–водитель / Под ред. А.А. – М.: Машиностроение, 1976. – 535 с.

Барышов Дмитрий Петрович

Военная академия РВСН им. Петра Великого,
кандидат технических наук (г. Балашиха),
Тел: +7 (495) 524–07–15
varvsn@mail.ru

Гераськин Сергей Владимирович

Военная академия РВСН им. Петра Великого,
(г. Балашиха), кандидат технических наук, доцент
Тел: +7 9687578223
serzhgeraskin@mail.ru

Павленко Татьяна Григорьевна

Орловский государственный аграрный университет
им. Н.В. Парахина (г. Орел), старший преподаватель
Тел: +79051656724
pavtat@mail.ru

Кравченко Игорь Николаевич

Российский государственный аграрный университет–
МСХА им. К.А. Тимирязева (г. Москва), доктор
технических наук, профессор
Тел: +79162427886
kravchenko–in71@yandex.ru

Кузнецов Юрий Алексеевич

Орловский государственный аграрный университет

Гончаренко Владимир Владимирович

Орловский государственный аграрный университет

им. Н.В. Парахина (г. Орел), доктор технических наук, профессор
Тел: +79208289219
kentury@yandex.ru

им. Н.В. Парахина (г. Орел), кандидат технических наук, доцент
Тел: +79202863606
vovanii@rambler.ru

D.P. BARYSHOV, T.G. PAVLENKO, S.V. GERASKIN, I.N. KRAVCHENKO,
Yu.A. KUZNETSOV, V.V. GONCHARENKO

SIGNIFICANT LOADS AT NON-STATIONARY REGIME OF BODY MOVEMENT

Abstract. *The article presents a methodology for selecting the modes of acceleration, deceleration and deceleration of a mobile unit, taking into account movement on nonlinear microprofile surfaces.*

Keywords: *speed, vibrations, micro-profile, unit, vertical overload, mathematical model, elastic forces.*

BIBLIOGRAPHY

1. Khachaturov A.A. and others. Dynamics of the road-tire-car-driver system. M.: Mashinostroenie, 1976. – 235 p.
2. Aksenov P.V. Multi-axle vehicles. M.: Mashinostroenie, 1989. – 280 p.
3. Baryshov D.P., Rulev S.V. Methodology for assessing the permissible speed of a mobile unit taking into account the modes of acceleration, deceleration and deceleration // Actual problems of Russian cosmonautics, tr. XXXIII academic. read. on astronautics. M.: MGTU im. N.E. Bauman, 2017. P. 331.
4. Gritsenko D.V., Nuzhdov Yu.N., Falaleev P.P. Road Impact Modeling. – M.: VA im. F.E. Dzerzhinsky. – 1994.
5. Dynamics of the road-tire-car-driver system / Ed. A.A. – M.: Mechanical Engineering, 1976. – 535 p.

Baryshov Dmitry Petrovich

Military Academy of the Strategic Missile Forces. Peter the Great, (Balashikha), candidate of technical sciences
Tel: +7 (495) 524-07-15
varvsn@mail.ru

Geraskin Sergei Vladimirovich

Military Academy of the Strategic Missile Forces. Peter the Great, (Balashikha), candidate of technical sciences, associate professor
Tel: +7 9687578223
serzhgeraskin@mail.ru

Pavlenko Tatiana Grigorievna

Oryol State Agrarian University
them. N.V. Parakhina (Oryol), senior lecturer
Tel: +79051656724
pavtat@mail.ru

Kravchenko Igor Nikolaevich

Russian State Agrarian University–Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazeva (Moscow), Doctor of Technical Sciences, Professor
Tel: +79162427886
kravchenko-in71@yandex.ru

Kuznetsov Yuri Alekseevich

Oryol State Agrarian University
them. N.V. Parakhina (Orel), Doctor of Technical Sciences, Professor
Tel: +79208289219
kentury@yandex.ru

Goncharenko Vladimir Vladimirovich

Oryol State Agrarian University
them. N.V. Parakhina (Orel), candidate of technical sciences, associate professor
Tel: +79202863606
vovanii@rambler.ru

УДК 621.9

DOI: 10.33979/2073-7408-2021-350-6-38-44

О.Г. КОЖУС, Г.В. БАРСУКОВ, Е.А. ПРАСОЛОВ, С.Г. ДАНИЛЬЧЕНКО

СОЗДАНИЕ АБРАЗИВА С ПОЛИМЕРНОЙ ОБОЛОЧКОЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРОАБРАЗИВНОГО РЕЗАНИЯ

Аннотация. *В статье представлена технология покрытия абразивного зерна защитной полимерной оболочкой, что позволяет снизить износ фокусирующей трубки сопла гидроабразивной установки. Представлено описание процесса изготовления опытного образца абразива с полимерным покрытием в*

псевдооживленном слое с целью определения критических режимов обработки, при которых будет получен качественный продукт за минимальное время работы установки.

Ключевые слова: абразив, полимер, гидроабразивное резание, псевдооживленный слой, пленочное покрытие.

Работа выполнена в рамках проекта РНФ № 20-79-00347

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Perec A (2018) Experimental research into alternative abrasive material for the abrasive water–jet cutting of titanium. *Int J Adv Manuf Technol* 97(1):1529–1540
2. Miao X, Qiang Z, Wu M, Song L, Ye F (2018) The optimal cutting times of multipass abrasive water jet cutting. *Int J Adv Manuf Technol* 97(5):1779–1786
3. Barsukov GV, Zhuravleva TA, Kozhus OG (2017) Increasing of efficiency of environmentally friendly technology of AWJ of a glass fiber plastic. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci* 50(1):012001
4. Sutowska M, Kapłonek W, Pimenov DY, Gupta MK, Mia M, Sharma S (2020) Influence of variable radius of cutting head trajectory on quality of cutting kerf in the abrasive water jet process for soda–lime glass. *Materials* 13(19):4277–4284
5. Momber A (2011) *Hydrodemolition of concrete surfaces and reinforced concrete*. Elsevier
6. Perec A, Pude F, Grigoryev A, Kaufeld M, Wegener K (2019) A study of wear on focusing tubes exposed to corundum–based abrasives in the waterjet cutting process. *Int J Adv Manuf Technol* 104(5):2415–2427
7. Кожус О.Г., Барсуков Г.В., Шоркин В.С., Фроленкова Л.Ю. Особенности нанесения полимера на поверхность абразивного зерна для повышения эффективности гидроабразивного резания // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. 2021. № 2 (346). С. 86–92.
8. Кожус О.Г., Барсуков Г.В., Шоркин В.С., Степанов Ю.С., Фроленкова Л.Ю. Повышение эффективности работы установки для нанесения полимерной оболочки на абразив при критических технологических режимах // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. 2021. № 3 (347). С. 91–99.
9. Барсуков Г.В., Кожус О.Г., Кожус С.В., Пикалов Д.Н., Гуков А.А. Расчет скорости псевдооживления абразивных частиц в аппарате для нанесения полимерного покрытия // *Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ* 2020617325, 03.07.2020. Заявка № 2020616334 от 16.06.2020.

Кожус Ольга Геннадьевна

ФГБОУ ВО «ОГУ им. И.С. Тургенева»

г. Орел

кандидат технических наук, вед. инж. Отдела

организационного сопровождения НИР

302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95

Тел.: + 7 (4862) 413295

E-mail: okozhus@mail.ru

Барсуков Геннадий Валерьевич

ФГБОУ ВО «ОГУ им. И.С. Тургенева»

г. Орел

доктор технических наук, профессор кафедры

машиностроения

302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95

Тел.: + 7 (4862) 413295

E-mail: awj@list.ru

Прасолов Егор Александрович

Орловский государственный университет

имени И.С. Тургенева, магистр

г. Орёл ул. Московская д. 34

Тел.: +79038813935

E-mail: prasolovegor@mail.ru

Данильченко Станислав Геннадьевич

Орловский государственный университет

имени И.С. Тургенева, магистр

г. Орёл ул. Московская д. 34

Тел.: +79538104739

E-mail: stas.danilchenko@bk.ru

O.G. KOZHUS, G.V. BARSUKOV, E.A. PRASOLOV, S.G. DANILCHENKO

CREATION OF ABRASIVE WITH A POLYMER SHELL, PROVIDING INCREASING EFFICIENCY ABRASIVE WATERJET CUTTING

Abstract. *The article presents the technology of covering abrasive grains with a protective polymer shell, which allows to reduce the wear of the focusing tube of the nozzle of a abrasive waterjet installation. A description of the process of manufacturing a prototype abrasive with a polymer coating in a fluidized bed is presented in order to determine the critical processing modes at which a high-quality product will be obtained in a minimum operating time of the installation.*

Keywords: *abrasive, polymer, waterjet cutting, fluidized bed, film coating.*

BIBLIOGRAPHY

1. Perec A (2018) Experimental research into alternative abrasive material for the abrasive water–jet cutting of titanium. *Int J Adv Manuf Technol* 97 (1): 1529–1540
2. Miao X, Qiang Z, Wu M, Song L, Ye F (2018) The optimal cutting times of multipass abrasive water jet cutting. *Int J Adv Manuf Technol* 97 (5): 1779–1786
3. Barsukov GV, Zhuravleva TA, Kozhus OG (2017) Increasing of efficiency of environ–mentally friendly technology of AWJ of a glass fiber plastic. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci* 50 (1): 012001
4. Sutowska M, Kapłonek W, Pimenov DY, Gupta MK, Mia M, Sharma S (2020) Influence of variable radius of cutting head trajectory on quality of cutting kerf in the abrasive water jet proc–ess for soda – lime glass. *Materials* 13 (19): 4277–4284
5. Momber A (2011) Hydrodemolition of concrete surfaces and reinforced concrete. Elsevier
6. Perec A, Pude F, Grigoryev A, Kaufeld M, Wegener K (2019) A study of wear on focus–ing tubes exposed to corundum–based abrasives in the waterjet cutting process. *Int J Adv Manuf Technol* 104 (5): 2415–2427
7. Kozhus OG, Barsukov GV, Shorkin VS, Frolenkova L.Yu. Peculiarities of polymer deposition on the surface of abrasive grain to increase the efficiency of waterjet cutting // *Fundamental and applied problems of technology and technology*. 2021. No. 2 (346). S. 86–92.
8. Kozhus OG, Barsukov GV, Shorkin VS, Stepanov Yu.S., Frolenkova L.Yu. Improving the efficiency of the installation for applying a polymer shell to an abrasive under critical technological conditions // *Fundamental and Applied Problems of Engineering and Technology*. 2021. No. 3 (347). S. 91–99.
9. Barsukov G.V., Kozhus O.G., Kozhus S.V., Pikalov D.N., Gukov A.A. Calculation of the fluidization rate of abrasive particles in an apparatus for applying a polymer coating // *Certificate of registration of a computer program 2020617325, 03.07. Application No. 2020616334 dated 16.06.2020.*

Kozhus Olga Gennadiyevna

Orel State University, Orel
 Leading Engineer of the Department of Organizational Support of Research
 302026, Orel, Komsomolskaya st, 95
 Ph.: + 7 (4862) 413295
 E–mail: awj@list.ru
 okozhus@mail.ru

Barsukov Gennady Valeryevich

Orel State University, Orel
 Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Mechanical Engineering
 302026, Orel, Komsomolskaya st, 95
 Ph.: + 7 (4862) 413295
 E–mail: awj@list.ru

Prasolov Egor Alexandrovich

Oryol State University named after I.S. Turgenev, master
 Oryolst.Moscow, 34
 Tel.: +79038813935
 E–mail: prasolovegor@mail.ru

Danilchenko Stanislav Gennadiyevich

Oryol State University named after I.S. Turgeneva, Master
 г. Орёлул. Московская д. 34
 Тел.: +79538104739
 E–mail: stas.danilchenko@bk.ru

УДК 621.793.71.8:001.895

DOI:10.33979/2073-7408-2021-350-6-45-53

Ю.А. КУЗНЕЦОВ, И.Н. КРАВЧЕНКО, А.В. ШАМРИН, Г.Б. ПАНКОВ, Е.М. СЕЛЕМЕНЕВА

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ АДГЕЗИИ ПОКРЫТИЙ ПРИ ГАЗОТЕРМИЧЕСКОМ НАПЫЛЕНИИ

Аннотация. В статье приведен краткий обзор современных способов газотермического напыления. Особое внимание уделено высокоскоростному газопламенному напылению. Представлено теоретическое обоснование адгезии покрытий, формируемых на деталях машин с использованием методов газотермического напыления.

Ключевые слова: газотермическое высокоскоростное напыление, покрытие, энергия адгезии, частица.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пучин Е.А. Технология ремонта машин: учебник для вузов / Е.А. Пучин, Н.А. Очковский, В.С. Новиков. – М.: КолосС, 2011. – 488 с.
2. Балдаев Л.Х. Газотермическое напыление: учебное пособие для вузов / Л.Х. Балдаев, В.Н. Борисов, В.А. Вахалин. – М.: Маркет ДС, 2007. – 344 с.
3. Гончаров В.С., Гурьянов А.Н., Домашенко Ю.В. Формирование сверхзвуковых потоков в газопламенных горелках. 6–я Международная конференция «Пленки и покрытия 2001». – СПб.: Изд–во СПбГУ, 2001. С. 48–52.
4. Алхимов А.П., Клинков С.В., Косарев В.Ф. и др. Холодное газодинамическое напыление. Теория и практика / Под ред. В.М. Фомина. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 536 с.

5. Klinkov S.V., Kosarev V.F. Measurements of cold spray deposition efficiency // J. of Thermal Spray Technology. 2006. Vol. 15. No. 3. P. 364–371.
6. Dykhuizen R.C., Smith M.F. Gas dynamic principles of spray // J. of Thermal Spray Technology. 1998. Vol. 7. No 2. P. 205–212.
7. Microstructural characteristics of cold-sprayed nanostructured WC–Co coatings / R.S. Lima, J. Karthikeyan, C.M. Kay et. al. Thin Solid Films. 2002. Vol. 416. P. 129–135.
8. Van Steenkiste T.H., Smith J.R. Evaluation of coatings produced via kinetic and cold spray processes // J. of Thermal Spray Technology. 2004. Vol. 13. No. 2. P. 274–282.
9. Helfritsch D. Champagne V. Optimal panicle size for the cold spray process / U.S. Army Research Lab. Aberdeen Proving Ground, MD // Building on 100 Years of Success: proc. of the Intern. Thermal Spray Conf. (Seattle, WA, USA). ASM International. 2006.
10. Eden T., Wolfe D.E., Potter J., et al. Cr₁C₂-Based coatings applied by high velocity particle consolidation (HVPC) for wear resistant applications / Applied Research lab. The Pennsylvania State University: proc. of ASM Cold Spray Conf. (Akron, Ohio, USA). ASM International. 2004.
11. Zhang D., Shipway P.H., McCartney D.G. Panicle–substrate interactions in cold gas dynamic spraying. Advancing the Science and Applying the Technology: proc. Of the Intern. Thermal Spray Conf. (Orlando, FL, USA). ASM International. 2003.
12. Шоркин В.С., Кузнецов Ю.А., Акимочкин А. В. О возможности учета состава покрытия и характера его взаимодействия с основой при расчете энергии адгезии // В сборнике: Прогрессивные технологии в транспортных системах. Сборник докладов 5-ой Российской научно-технической конференции. Ч.1. – Оренбург. ИПК ОГУ, 2002. – С. 171–173.
13. Шоркин В.С., Батищев А.Н., Кузнецов Ю.А. Анализ напряженного состояния износостойких покрытий восстановленных деталей // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2003. № 3. С. 28–30.
14. Зимон А.Д. Адгезия пленок и покрытий. – М.: Химия, 1977. – 352 с.
15. Лейбфрид Г. Микроскопическая теория механических и тепловых свойств кристаллов. – М.– Л.: Гос. изд.– во ф.–м. лит.– 312с.
16. Малый В.И. О нелокальной теории упругости. // Прочность и пластичность.– М.: Наука, 1971.– С. 74 – 78.
17. Тупин Р.А. Теория упругости, учитывающая моментные напряжения.// Механика/ Сб. переводов, 1965, № 3.– С. 113 – 140.
18. Шоркин В.С. Теория упругости поверхностных слоев твердых тел.// Известия ТулГУ.– т.1.– вып. 2. Механика.– 1995.– С. 169 –179.
19. Гордон В.А., Тинякова Е.В., Шоркин В.С. Описание напряженного состояния тел, вызванного их адгезией.// Научно – технические проблемы прогнозирования надежности и долговечности конструкций и методы их решения./ 4-я Междунар. конф. 26 – 28 июня 2001 г.–СПб.: "Нестор", 2001– С. 87 – 88
20. Шоркин В.С. Особенности упругости поверхностных слоев твердых тел.// Упругость и неупругость./ Материалы Межд. н.симп. по пробл. мех. деформ. тел./ Под ред. Кийко И.А., Исраилова М.Ш., Бровко Г.Л.–М.: МГУ, 2001–С. 453–454.
21. Тинякова Е.В., Шоркин В.С. Теоретический расчет энергии адгезии.// Пленки и покрытия./ 6-я Междунар. конф. "Пленки и покрытия 2001". Труды./ Под ред. Клубника В.С.– СПб.: Издательство СПбГТУ, 2001– С. 611– 612.
22. Авербах Б.Л. Некоторые физические аспекты разрушения:/ Ред. Либовиц Г. Разрушение. – т.1.– М.: Мир, 1973– С. 471 – 504.
23. Петч Н. Металлографические аспекты разрушения./ Либовиц Г. Разрушение. – т.1– М.: Мир, 1973– С. 377 – 420.

Кузнецов Юрий Алексеевич

Орловский государственный аграрный университет
им. Н.В. Парахина (г. Орел), доктор технических
наук, профессор
Тел: +79208289219
kentury@yandex.ru

Шамрин Алексей Владимирович

Орловский государственный университет
имени И.С. Тургенева, магистр
г. Орёл ул. Московская д. 34
Тел: +79534735325
alexei.shamrin@yandex.ru

Селеменова Елена Михайлова

Орловский государственный университет
имени И.С. Тургенева, студент
г. Орёл ул. Московская д. 34
Тел: +79102036687
SелеmenevaE@mail.ru

Кравченко Игорь Николаевич

Российский государственный аграрный
университет–МСХА им. К.А. Тимирязева (г.
Москва), доктор технических наук, профессор
Тел: +79162427886
kravchenko-in71@yandex.ru

Панков Григорий Борисович

Орловский государственный аграрный университет
им. Н.В. Парахина (г. Орел), аспирант
Тел: +79208261723
grigo-pankov@mail.ru

YU.A. KUZNETSOV, I.N. KRAVCHENKO, A.V. SHAMRIN,
G.B. PANKOV, E.M. SELEMENEVA

THEORETICAL JUSTIFICATION OF COATING ADHESION DURING GAS-THERMAL SPRAYING

Abstract. *The article provides a brief overview of modern methods of thermal spraying. Particular attention is paid to high-speed flame spraying. The theoretical substantiation of the adhesion of coatings formed on machine parts using the methods of thermal spraying is presented.*

Keywords: *gas-thermal high-speed spraying, coating, adhesion energy, particle.*

BIBLIOGRAPHY

1. Puchin E.A. Machine repair technology: textbook for universities / E.A. Puchin, N.A. Ochkovsky, V.S. Novikov. – M.: KolosS, 2011.— 488 p.
2. Baldaev L.Kh. Thermal spraying: textbook for universities / L.Kh. Baldaeva, V.N. Borisov, V.A. Vakhalin. – M.: Market DS, 2007.— 344 p.
3. Goncharov V.S., Guryanov A.N., Domashenko Yu.V. Formation of supersonic flows in gas-flame burners. 6th International Conference "Films and Coatings 2001". – SPb.: Publishing house of SPbSU, 2001.S. 48–52.
4. Alkhimov A.P., Klinkov S.V., Kosarev V.F. and others. Cold gas-dynamic spraying. Theory and Practice / Ed. V.M. Fomin. – M.: FIZMATLIT, 2010.— 536 p.
5. Klinkov S.V., Kosarev V.F. Measurements of cold spray deposition efficiency // J. of Thermal Spray Technology. 2006. Vol. 15.No. 3. P. 364–371.
6. Dykhuizen R. C., Smith M. F. Gas dynamic principles of spray // J. of Thermal Spray Technology. 1998. Vol. 7.No 2.P. 205–212.
7. Microstructural characteristics of cold-sprayed nanostructured WC – Co coatings / R.S. Lima. J. Karthikeyan, C.M. Kay et. al. Thin Solid Films. 2002. Vol. 416. P. 129–135.
8. Van Steenkiste T.N. Smith J.R. Evaluation of coatings produced via kinetic and cold spray processes // J. of Thermal Spray Technology. 2004. Vol. 13.No. 2.P. 274–282.
9. Helfritsch D. Champagne V. Optimal panicle size for the cold spray process / U.S. Army Research Lab. Aberdeen Proving Ground, MD // Building on 100 Years of Success: proc. of the Intern. Thermal Spray Conf. (Seattle, WA, USA). ASM International. 2006.
10. Eden T., Wolfe D. E., Potter J., et al. Cr1C2–Based coatings applied by high velocity particle consolidation (HVPC) for wear resistant applications / Applied Research lab. The Pennsylvania State University: proc. of ASM Cold Spray Conf. (Akron, Ohio, USA). ASM International. 2004.
11. Zhang D., Shipway P.H., McCartney D.G. Panicle–substrate interactions in cold gas dynamic spraying. Advancing the Science and Applying the Technology: proc. Of the Intern. Thermal Spray Conf. (Orlando, FL, USA). ASM International. 2003.
12. Shorkin VS, Kuznetsov Yu.A., Akimochkin AV On the possibility of taking into account the composition of the coating and the nature of its interaction with the base when calculating the energy of adhesion // In the collection: Progressive technologies in transport systems. Collection of reports of the 5th Russian scientific and technical conference. Part 1. – Orenburg. IPK OSU, 2002.— S. 171–173.
13. Shorkin V.S., Batishchev A.N., Kuznetsov Yu.A. Analysis of the stress state of wear-resistant coatings of reconditioned parts // Mechanization and electrification of agriculture. 2003. No. 3. S. 28–30.
14. Simon A.D. Adhesion of films and coatings. – M.: Chemistry, 1977.— 352 p.
15. Leibfried G. Microscopic theory of mechanical and thermal properties of crystals. – M.–L.: State. ed.– in f.– m. lit. – 312s.
16. Small V.I. On the nonlocal theory of elasticity. // Strength and plasticity.– Moscow: Nauka, 1971.– P. 74 – 78.
17. Tupin R.A. The theory of elasticity, taking into account moment stresses. // Mechanics / Coll. translations, 1965, No. 3.– S. 113 – 140.
18. Shorkin V.S. Theory of elasticity of surface layers of solids. 2. Mechanics.– 1995.– S. 169–179.
19. Gordon V.A., Tinyakova E.V., Shorkin V.S. Description of the stress state of bodies caused by their adhesion. // Scientific and technical problems of predicting the reliability and durability of structures and methods for their solution. / 4th Intern. conf. June 26 – 28, 2001–SPb.: "Nestor", 2001– p. 87 – 88
20. Shorkin V.S. Features of elasticity of surface layers of solids. // Elasticity and inelasticity. / Materials Int. n.symp. by probl. fur. deform. tel. / Ed. Kiyko I.A., Israilova M.Sh., Brovko G.L.–M.: Moscow State University, 2001– S. 453–454.
21. Tinyakova E.V., Shorkin V.S. Theoretical calculation of the energy of adhesion. // Films and coatings. / 6th International. conf. "Films and Coatings 2001". Proceedings. / Ed. Klubnikina V.S.– SPb.: Publishing house of SPbSTU, 2001– S. 611– 612.
22. Averbakh B.L. Some physical aspects of destruction: / Ed. Libovitz G. Destruction. – v.1.– M.: Mir, 1973– S. 471 – 504.
23. Petch N. Metallographic aspects of destruction./ Libovitz G. Destruction. – v. 1– M.: Mir, 1973– S. 377 – 420.

Kuznetsov Yuri Alekseevich

Oryol State Agrarian University. N.V. Parakhina (Orel),
Doctor of Technical Sciences, Professor
Tel: +79208289219
kentury@yandex.ru

Kravchenko Igor Nikolaevich

Russian State Agrarian University–Moscow Agricultural
Academy named after K.A. Timiryazeva (Moscow),
Doctor of Technical Sciences, Professor
Tel: +79162427886
kravchenko-in71@yandex.ru

Shamrin Alexey

Oryol State University named
after I.S. Turgenev, Master
Oryol st. Moscow, 34
Tel: +79534735325
alexei.shamrin@yandex.ru

Pankov Grigory Borisovich

Oryol State Agrarian University them. N.V. Parakhina
(Oryol), postgraduate student
Tel: +79208261723
grigo-pankov@mail.ru

Selemeneva Elena Mikhailova

Oryol State University named after I.S. Turgenev,
student
Oryol st. Moscow, 34
Tel: +79102036687
SelemenevaE@mail.ru

УДК 621.787.4

DOI: 10.33979/2073-7408-2021-350-6-54-61

В.А. ГОЛЕНКОВ, С.Ю. РАДЧЕНКО, Д.О. ДОРОХОВ

**ГОРЯЧАЯ ПРОКАТКА СЛИТКОВ, ИМЕЮЩИХ ФОРМУ ПРИЗМЫ
С ОСНОВАНИЕМ В ВИДЕ РАВНОБЕДРЕННОЙ ТРАПЕЦИИ,
КАК ПРОЦЕСС С КОМПЛЕКСНЫМ ЛОКАЛЬНЫМ НАГРУЖЕНИЕМ
ОЧАГА ДЕФОРМАЦИИ**

***Аннотация.** Рассмотрена классификация процессов комплексного локального нагружения очага деформации. Приводится описание способа технологического воздействия на очаг деформации с целью создания в нем наиболее благоприятной схемы действующих напряжений. Представлен конкретный пример рассматриваемой технологии в виде горячей прокатки слитков с переменным по длине вертикальным (нормальным к осям роликов) осевым сечением из сплавов 29НК–ВИ и МНМц 38–2В.*

***Ключевые слова:** обработка металлов давлением, комплексное локальное нагружение, горячая прокатка, градиентные структуры, слитки претензионных и вакуум плавяных сплавов, слитки переменного сечения.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Третьков, А.В. Механические свойства металлов и сплавов при обработке давлением / А.В. Третьков, В.И. Зюзин. – М.: Металлургия, 1973.
2. Теория и технология валковой штамповки: моногр. / В. А. Голенков, С. Ю. Радченко, Д. О. Дорохов. – М.: Оружие и технологии, 2019. – 396 с.: ил.
3. Научные основы упрочнения комплексным локальным деформированием [Текст] / В.А. Голенков, С.Ю. Радченко, Д.О. Дорохов, Г.П. Короткий. – М.: ООО «Издательство Машиностроение», Орел: Госуниверситет–УНПК, 2013. – 122 с.
4. S.Yu. Radchenko, D.O. Dorokhov, I.M. Gryadunov, The volumetric surface hardening of hollow axisymmetric parts by roll stamping method, Journal of Chemical Technology and Metallurgy, Vol. 50, Iss. 1, 2015, p 104–112. 4. I. M. Gryadunov, S. Yu. Radchenko, D. O. Dorokhov, P. G. Morrev, Deep Hardening of Inner Cylindrical Surface by Periodic Deep Rolling – Burnishing Process, Modern Applied Science; Vol. 9, No. 9; 2015, p 251–258. 23. Radchenko, S.J., Dorokhov, D.O., Gryadunov, I.M. Evolution of BrOCS 5–5–5 alloy microstructure and mechanical parameters under intensive plastic deformation conditions // Solid State Phenomena, 2017, 265 SSP, c. 157–165.
5. Golenkov, V.A., Radchenko, S.J., Dorokhov, D.O., Gryadunov, I.M. Microhardness distribution in the cross-section in case of strain hardening under combined local load // International Journal of Applied Engineering Research. 11(20), 2016, c. 10315–10320.
6. Pilipenko, O.V., Radchenko, S.Y., Dorokhov, D.O., Gryadunov, I.M. Connection of odkvist parameter and values of microhardness when hardening by plastic deformation // International Journal of Applied Engineering Research, 2017, 12(13), c. 3639–3644. 30. Gryadunov, I.M., Golenkov, V.A., Pilipenko, O.V., Radchenko, S.J. Hardening treatment by plastic deformation under conditions of the integrated local loading of a deformation zone // International Journal of Applied Engineering Research, 2017, 12(21), c. 11094–11100.

7. Pilipenko, O.V., Radchenko, S.J., Golenkov, V.A., Dorohov, D.O. Numerical Mathematical Simulation of Penetration of Indenters of Different Shapes During Strengthening Machine Parts via Local Loading of Deformation Zone // International Symposium on Engineering and Earth Sciences (ISEES 2018). Advances in Engineering Research, volume 177, p. 568–573. 33.

8. Pilipenko, O.V., Radchenko, S.J., Golenkov, V.A., Dorohov, D.O. Gradient Strengthening Control Procedure Based on Numerical Simulation of Combined Local Loading Of Deformation Zone // International Symposium on Engineering and Earth Sciences (ISEES 2018). Advances in Engineering Research, volume 177, p. 574–577.

9 Голенков, В.А. Математическая модель упрочняющей обработки внутренней поверхности деталей типа втулок интенсивной пластической деформацией в условиях комплексного локального нагружения очага деформации / В.А. Голенков, С.Ю. Радченко, Д.О. Дорохов, И.М. Грядун, П.Г. Морев // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2013. – № 5. – С. 40–47.

10. Радченко С.Ю., Дорохов Д.О. Теоретические исследования процесса упрочняющей обработки металлов давлением с комплексным локальным нагружением очага деформации // Известия ТулГУ. Тех. науки. Вып. 11, часть 1. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2017 г., С.132–142.

Голенков Вячеслав Александрович
ФГБОУ ВО «ОГУ им. И.С. Тургенева», г. Орел
Доктор технических наук, профессор,
руководитель научной школы
302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
Тел. +7(4862)43–26–06
E-mail: president@ostu.ru

Радченко Сергей Юрьевич
ФГБОУ ВО «ОГУ им. И.С. Тургенева», г. Орел
Доктор технических наук,
профессор, проректор по
научно-технологической
деятельности и аттестации
научных кадров
302020, г. Орел, Наугорское
шоссе, 29
Тел. +7(4862)47–50–71
E-mail: radsu@rambler.ru

Дорохов Даниил Олегович
ФГБОУ ВО «ОГУ им. И.С. Тургенева», г. Орел
Доктор технических наук,
доцент, профессор кафедры
машиностроения
302020, г. Орел, Наугорское
шоссе, 29
Тел. +79102084402
E-mail: ddostu@mail.ru

V.A. GOLENKOV, S.Yu. RADCHENKO, D.O. DOROKHOV

HOT ROLLING OF INGOTS HAVING A PRISM FORM WITH A BASE IN THE FORM OF AN EQUAL KEYSTONE AS A PROCESS WITH COMPLEX LOCAL LOADING OF THE DEFORMATION SOCIETY

Abstract. *The classification of the processes of complex local loading of the deformation focus is considered. A description is given of the method of technological action on the deformation focus in order to create the most favorable scheme of operating stresses in it, a specific example of the technology under consideration is presented in the form of hot rolling of ingots with a vertical (normal to the axes of the rollers) axial section of alloys 29HK–BII and МНМц 38–2В.*

Keywords: *pressure treatment of metals, complex local loading, hot rolling, gradient structures, ingots of claim and vacuum fused alloys, ingots of variable cross-section.*

BIBLIOGRAPHY

1. Tretyakov, A. V. Mechanical properties of metals and alloys under pressure treatment / A. V. Tretyakov, V. I. Zyuzin. – М.: Metallurgiya, 1973.

2. Theory and technology of roll forming: monograph. / V. A. Golenkov, S. Y. Radchenko, D. O. Dorokhov. – М.: Weapons and technology, 2019. – 396 p.: II.

3. Scientific foundations of hardening by complex local deformation [Text] / V.A. Golenkov, S.Y. Radchenko, D.O. Dorokhov, G.P. Korotkiy. – М.: LLC "Publishing House of Mechanical Engineering", Orel: Gosuniversitet–UNPK, 2013. – 122 p.

4. S.Yu. Radchenko, D.O. Dorokhov, I.M. Gryadunov, The volumetric surface hardening of hollow axisymmetric parts by roll stamping method, Journal of Chemical Technology and Metallurgy, Vol. 50, Iss. 1, 2015, p 104–112. 4. I. M. Gryadunov, S. Yu. Radchenko, D. O. Dorokhov, P. G. Morrev, Deep Hardening of Inner Cylindrical Surface by Periodic Deep Rolling – Burnishing Process, Modern Applied Science; Vol. 9, No. 9; 2015, p 251–258. 23. Radchenko, S.J., Dorokhov, D.O., Gryadunov, I.M. Evolution of BrOCS 5–5 alloy microstructure and mechanical parameters under intensive plastic deformation conditions // Solid State Phenomena, 2017, 265 SSP, c. 157–165.

5. Golenkov, V.A., Radchenko, S.J., Dorokhov, D.O., Gryadunov, I.M. Microhardness distribution in the cross-section in case of strain hardening under combined local load // International Journal of Applied Engineering Research. 11(20), 2016, c. 10315–10320.

6. Pilipenko, O.V., Radchenko, S.Y., Dorohov, D.O., Gryadunov, I.M. Connection of odkvist parameter and values of microhardness when hardening by plastic deformation // International Journal of Applied Engineering Research,

2017, 12(13), с. 3639–3644. 30. Gryadunov, I.M., Golenkov, V.A., Pilipenko, O.V., Radchenko, S.J. Hardening treatment by plastic deformation under conditions of the integrated local loading of a deformation zone // International Journal of Applied Engineering Research, 2017, 12(21), с. 11094–11100.

7. Pilipenko, O.V., Radchenko, S.J., Golenkov, V.A., Dorohov, D.O. Numerical Mathematical Simulation of Penetration of Indenters of Different Shapes During Strengthening Machine Parts via Local Loading of Deformation Zone // International Symposium on Engineering and Earth Sciences (ISEES 2018). Advances in Engineering Research, volume 177, p. 568–573. 33.

8. Pilipenko, O.V., Radchenko, S.J., Golenkov, V.A., Dorohov, D.O. Gradient Strengthening Control Procedure Based on Numerical Simulation of Combined Local Loading Of Deformation Zone // International Symposium on Engineering and Earth Sciences (ISEES 2018). Advances in Engineering Research, volume 177, p. 574–577.

9 Golenkov, V.A. A mathematical model of hardening of the inner surface of parts such as bushings by intense plastic deformation under conditions of complex local loading of the deformation zone [Text] / V.A. Golenkov, S.Yu. Radchenko, D.O. Dorokhov, I.M. Gryadunov, P.G. Morev // Fundamental and applied problems of engineering and technology. – 2013. – No. 5. – S. 40–47.

10. Radchenko S.YU., Dorokhov D.O. Teoreticheskiye issledovaniya protsessu uprochnyayu–shchey obrabotki metallov davleniyem s kompleksnym lokalnym nagruzheniyem ochaga deformatsii // Izvestiya TulGU. Tekh. nauki. Vyp. 11, chast 1. – Tula: Izd-vo TulGU, 2017 g., S.132–142.

Golenkov Vyacheslav Aleksandrovich
«Orel State University named after I.S. Turgenev», Orel
Ph.D., professor, head of scientific school
302020, Orel, Naugorskoe Shosse, 29
Ph.: +7(4862)43–26–06
E-mail: president@ostu.ru

Radchenko Sergey Yuryevich
«Orel State University named after I.S. Turgenev», Orel
Ph.D., professor, vice-rector for scientific and technological activities and certification of scientific personnel
302020, Orel, Naugorskoe Shosse, 29
Ph.: +7(4862)47–50–71
E-mail: radsu@rambler.ru

Dorokhov Daniil Olegovich
«Orel State University named after I.S. Turgenev», Orel
Ph.D., assistant professor, professor, department of mechanical engineering
302020, Orel, Naugorskoe Shosse, 29
Ph.: +79102084402
E-mail: ddostu@mail.ru

УДК 621.9

DOI: 10.33979/2073-7408-2021-350-6-62-70

М.Ф.СЕЛЕМЕНЕВ, Л.Ю. ФРОЛЕНКОВА, А.С. ТАРАПАНОВ,
А.В. ПЕТРУХИН, Д.И. ТИТОВ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЗЕНКЕРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМ DEFORM–3D И SOLIDWORKS

Аннотация. В статье проведен сравнительный анализ и представлены возможности инженерных программных продуктов, предназначенных для моделирования процесса зенкерования с использованием CAD/CAE–систем проектирования SolidWorks и DEFORM–3D. Установлена оптимальная величина конечного элемента, позволяющая получать точные данные и снижать время расчетов. Рассмотрено влияние нанопленок эпилама на протекание тепловых процессов в зависимости от режимов механической обработки. Получены зависимости влияния сил трения на значения контактных напряжений в рабочей контактной поверхности режущего инструмента. Получены модели, описывающие процессы механической обработки материалов при различных значениях коэффициентов трения.

Ключевые слова: зенкерование, моделирование, трение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов. – М.: Высш. шк., 1985. – 304 с;
2. Мальшко И.А., Сурженко А.Н. Влияние конструктивных и геометрических параметров зенкера на лимитирующую толщину режущей пластины // Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Межд. сб. науч. тр. в 3–х т. – Донецк: ДонГТУ, 1998. – Вып. 6. Т.2. – С. 187 – 190
3. Кудрявцев С.В., Селеменев М.Ф., Тарапанов А.С. Определение относительных изменений температуры параметров процесса развертывания при применении нанопокровтий на режущую часть инструмента // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2019. № 6 (338). С. 53–58.
4. Новиков А.Д., Тарапанов А.С., Селеменев М.Ф. Механизм повышения стойкости раскатников резьбы при применении нанопокровтий // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2020. № 3 (341). С. 39–44.
5. Selemenov M.F., Velichko S.A., Kravchenko I.N., Kuznetsov Yu.A., Martynov A.V. Coatings to Improve Hole Production by Mandrels // Russian Engineering Research. 2021. Vol. 41. No. 3. Pp. 269–271.

Селеменев Михаил Федорович
Орловский государственный университет
имени И.С. Тургенева, кандидат технических

Фроленкова Лариса Юрьевна
Орловский государственный университет
имени И.С. Тургенева, доктор технических

наук, доцент кафедры машиностроения
г. Орёл ул. Московская д. 34
Тел.: +79102670717
Selemenev2007@yandex.ru

Тарапанов Александр Сергеевич
Орловский государственный университет
имени И.С. Тургенева, доктор технических
наук, профессор кафедры машиностроения
г. Орёл ул. Московская д. 34
Тел.: +79202877774

Титов Дмитрий Игоревич
Орловский государственный университет
имени И.С. Тургенева, магистр
г. Орёл ул. Московская д. 34
Тел.: +79092295569

наук, профессор кафедры машиностроения
г. Орёл ул. Московская д. 34
Тел.: +79103017320
lara@frolenkova@yandex.ru

Петрухин Антон Владимирович
Орловский государственный университет
имени И.С. Тургенева, магистр
г. Орёл ул. Московская д. 34
Тел.: +79208166698

M.F. SELEMENEV, L.YU. FROLENKOVA, A.S. TARAPANOV,
A.V. PETRUKHIN, D.I. TITOV

SIMULATION OF THE CALCULATION PROCESS USING DEFORM-3D AND SOLIDWORKS SYSTEMS

Abstract. *The article is devoted to the use of tool nanocoatings for countersinking. It is shown that epilamination is a rapidly developing direction for increasing the efficiency of the cutting tool operation. To study the effect of nanofilms on the process of heat generation and to establish changes in contact stresses, a comparison was made between epilaminated and non-epilaminated tools under different processing modes. It was found that the use of epilamin coatings under the same processing conditions can significantly reduce the maximum cutting temperature.*

Keywords: wear, epilaminations, countersinking.

BIBLIOGRAPHY

1. Granovsky G.I., Granovsky V.G. Metal cutting. – M.: Higher. shk., 1985. – 304 p;
2. Malyshko I.A., Surzhenko A.N. Influence of structural and geometric parameters of the countersink on the limiting thickness of the cutting plate // Progressive technologies and systems of mechanical engineering: Int. Sat. scientific. tr. in 3 volumes – Donetsk: DonSTU, 1998. – Issue. 6. T.2. – S. 187 – 190
3. Kudryavtsev S.V., Selemenev M.F., Tarapanov A.S. Determination of relative temperature changes in the parameters of the deployment process when applying nanocoatings to the cutting part of the tool // Fundamental and Applied Problems of Engineering and Technology. 2019. No. 6 (338). S. 53–58.
4. Novikov A.D., Tarapanov A.S., Selemenev M.F. The mechanism of increasing the durability of thread reamers when using nanocoatings // Fundamental and applied problems of technology and technology. 2020. No. 3 (341). S. 39–44.
5. Selemenev M.F., Velichko S.A., Kravchenko I.N., Kuznetsov Yu.A., Martynov A.V. Coatings to Improve Hole Production by Mandrels // Russian Engineering Research. 2021. Vol. 41. No. 3. Pp. 269–271.

Selemenev Mikhail Fedorovich
Oryol State University named after I.S. Turgenev,
Candidate of Technical Sci., Associate Professor of the
Department of Mechanical Engineering
Tel.: +79102670717
Selemenev2007@yandex.ru

Tarapanov Alexander Sergeevich
Oryol State University named after I.S. Turgenev,
Doctor of Technical Sci., Professor of the Department of
Mechanical Engineering
Oryol st. Moscow, 34
Tel.: +79202877774

Titov Dmitry Igorevich
Oryol State University named after I.S. Turgenev,
Master
Tel.: +79092295569

Frolenkova Larisa Yurievna
Oryol State University named after I.S. Turgenev,
Doctor of Technical Sci., Professor of the Department of
Mechanical Engineering
Tel.: +79103017320
lara@frolenkova@yandex.ru

Petrukhin Anton Vladimirovich
Oryol State University named after I.S. Turgenev,
Master
Oryol st. Moscow, 34
Tel.: +79208166698

МАШИНОВЕДЕНИЕ И МЕХАТРОНИКА

УДК 621.822

DOI: 10.33979/2073-7408-2021-350-6-71-75

Р.Н. ПОЛЯКОВ, А.В. ВНУКОВ, М.А. ТОКМАКОВА, И.В. РОДИЧЕВА

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАБИРИНТНЫХ УПЛОТНЕНИЙ В МЕХАТРОННЫХ МЕХАНИЗМАХ

Аннотация. В работе кратко изложено современное состояние мехатронных систем с бесконтактными уплотнениями. Представлены два вида бесконтактных уплотнительных устройств для роторно опорных узлов. Предложена принципиальная схема подключения бесконтактного уплотнительного устройства на испытательном стенде. Показана информационно – измерительная система экспериментального стенда для исследования бесконтактных уплотнительных устройств. Даны рекомендации по дальнейшему применению бесконтактных уплотнительных устройств при проектировании роторно опорных узлов.

Ключевые слова: ротор, бесконтактное уплотнение, динамика, подшипниковый узел, рабочая среда.

Выше представленные материалы получены при работе над проектом в рамках Постановления Правительства РФ №218 «Создание цифровой системы мониторинга, диагностики и прогнозирования состояния технического оборудования с применением технологии искусственного интеллекта на базе отечественных аппаратных и программных средств», договор совместно с ЗАО «Электропривод и Силовая электроника» №4869–2081.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корнаев, А. В. Моделирование течений сред сложной реологии в тонких каналах гидромеханических систем: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук: 15.13.18 / Корнаев Алексей Валерьевич. – Орёл, 2018. – 331 с.;
2. Слезкин, Н. А. Динамика вязкой несжимаемой жидкости. / Н. А Слезкин – Москва, 1955;
3. Темис Ю.М., Селиванов А.В. Функциональные системы. Системы управления радиальными зазорами и уплотнительные устройства. // Машиностроение. Энциклопедия: В 40 т. Т. IV–21. Самолеты и вертолеты. Кн. 3: Авиационные двигатели / Колл. авторов. Под ред. В.А. Скибина, Ю.М. Темиса, В.А. Сосунова. М.: Машиностроение, 2010. С. 322–330.
4. Безуглов Р.В., Ефимов Н.Н., Паршуков В.И., Папин В.В., Янченко И.В., Клишников Р.А., Чумаков Д.Ю., Трофименко Е.С. Микротурбинная установка для эффективного энергоснабжения автономных индивидуальных потребителей / Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. –2013. –№ 1. – 51–55 с.;
5. Non-contacting Finger Seal Developments and Design Considerations: Thermofluid and Dynamics Characterization, Experimental / M.J. Braun, H.M. Pierson, D. Deng // NASA/CP–2005–213655/V.1, – pp. 181–208.;
6. Steinetz, B.M., Hendricks, R.C., and Munson, J., Advanced Seal Technology Role in Meeting Next Generation Turbine Engine Goals, NASA TM–1998–206961, April 1998;
7. Proctor M.P., Delgado I.R. Preliminary Test Results of a Non-Contacting Finger Seal on a Herringbone-Grooved Rotor // NASA Technical Memorandum. 2008. NASA/TM–2008–215475 (Paper AIAA–2008–4506). 22 p.

Поляков Роман Николаевич
ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева»,
доктор техн. наук, зав. кафедрой мехатроника,
механика и робототехника
302020, г.Орёл, Наугорское шоссе, 29
Тел. +79038819381
E-mail: romanpolak@mail.ru

Токмакова Мария Андреевна
ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева»,
аспирант
302020, г.Орёл, Наугорское шоссе, 29
Тел. +7910 2600267
E-mail: mashagorina0908@gmail.com

Внуков Алексей Васильевич
ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева»,
аспирант
302020, г.Орёл, Наугорское шоссе, 29
Тел. +7910 2600267
E-mail: gorin57@mail.ru

Родичева Ирина Владимировна
ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева»,
студент
302020, г.Орёл, Наугорское шоссе, 29
Тел. +7910 26000267
E-mail: rodfox@yandex.ru

R.N. POLYAKOV, A.V. VNUKOV, M.A. TOKMAKOVA, I.V. RODICHEVA

JUSTIFICATION OF THE DESIGN SEQUENCE COMBINED SUPPORTS WITH VARIABLE CHARACTERISTICS

Abstract. *The paper summarizes the state of the art of mechatronic systems with non-contact seals. There are two types of non-contact sealing devices for rotary bearing assemblies. A schematic diagram of the connection of a non-contact sealing device on a test bench is proposed. Shown is the information and measurement system of the experimental stand for the study of contactless sealing devices. Recommendations are given for the further use of non-contact sealing devices in the design of rotary support units.*

Keywords: rotor, contactless seal, dynamics, bearing assembly, working medium.

BIBLIOGRAPHY

1. Kornaeв A.V. Simulation of flows of media of complex rheology in thin channels of hydromechanical systems: dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences: 15.13.18 / Aleksey V. Kornaeв. – Oryol, 2018.– 331s.;
2. Slezkin, N. A. Dynamics of a viscous incompressible fluid. / N. A Slezkin – Moscow, 1955;
3. Themis Yu.M., Selivanov A.V. Functional systems. Radial clearance control systems and sealing devices. // Mechanical engineering. Encyclopedia: In 40 volumes. Vol. IV–21. Airplanes and helicopters. Book. 3: Aircraft engines / Coll. authors. Ed. V.A. Skibina, Yu.M. Temis, V.A. Sosunova. M.: Mashinostroenie, 2010.S. 322–330.
4. Bezuglov R.V., Efimov N.N., Parshukov V.I., Papin V.V., Yanchenko I.V., Klinnikov R.A., Chumakov D.Yu., Trofimenko E.S. Microturbine installation for efficient power supply of autonomous individual consumers / Izv. universities. North Caucasus. region. Tech. science. –2013. –№ 1. – 51–55 p.;
5. Non-contacting Finger Seal Developments and Design Considerations: Thermofluid and Dynamics Characterization, Experimental / M.J. Braun, H.M. Pierson, D. Deng // NASA / CP–2005–213655 / V.1, – pp. 181–208.;
6. Steinetz, B. M., Hendricks, R. C., and Munson, J., Advanced Seal Technology Role in Meeting Next Generation Turbine Engine Goals, NASA TM–1998–206961, April 1998;
7. Proctor M.P., Delgado I.R. Preliminary Test Results of a Non-Contacting Finger Seal on a Herringbone-Grooved Rotor // NASA Technical Memorandum. 2008. NASA / TM–2008–215475 (Paper AIAA–2008–4506). 22 p.

Polyakov Rman Nikolaevich

Orel State University named after I.S. Turgenev
doctor of technical Sciences, associate professor of the
department mechatronics, mechanics and robotics
302020, Orel, Naugorskoe Shosse, 29
Ph.: ++79038819381
E-mail: romanpolak@mail.ru

Tokmakova Maria Andreevna

Orel State University named after I.S. Turgenev
graduate student
302020, Orel, Naugorskoe Shosse, 29
Ph.: +79102600267
E-mail: mashagorina0908@gmail.com

Vnukov Alexey Vasilievich

Orel State University named after I.S. Turgenev
graduate student
302020, Orel, Naugorskoe Shosse, 29
Ph.: +79102600267
E-mail: gorin57@mail.ru

Rodicheva Irina Vladimirovna

Orel State University named after I.S. Turgenev
student
302020, Orel, Naugorskoe Shosse, 29
Ph.: +79122600267
E-mail: rodfox@yandex.ru

УДК 532.5

DOI: 10.33979/2073-7408-2021-350-6-76-82

А.С. ФЕТИСОВ, Ю.Н. КАЗАКОВ, Н.В. ТОКМАКОВ

ТРАЕКТОРИИ РОТОРА НА МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКИХ ОПОРАХ СКОЛЬЖЕНИЯ

Аннотация. *В статье представлены результаты вычислительного эксперимента по моделированию динамики ротора на подшипниках скольжения, смазываемых магнитореологической жидкостью. Приведены результаты расчета динамических коэффициентов. Приведено описание модели жесткого ротора на опорах жидкостного трения. Представлены результаты моделирования динамики жесткого ротора на магнитореологических опорах скольжения. Приведены сводные данные по величине максимальной амплитуды виброперемещений ротора.*

Ключевые слова: опора скольжения, динамические коэффициенты, ротор, траектории вращения.

Работа подготовлена в рамках выполнения проекта РФФИ № 19–38–90259.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Krishnkant Sahu. A Simulation Study on the Behavior of Magnetorheological Fluid on Herringbone Grooved Hybrid Slot-entry Bearing / Krishnkant Sahu, Satish C. Sharma // Tribology Transactions. – 2019. – Vol. 62, Issue. 6. – P. 1099–1118. DOI: <https://doi.org/10.1080/10402004.2019.1649775>.

2. Lampaert S.G.E. Experimental results on a hydrostatic bearing lubricated with a magnetorheological fluid / S.G.E. Lampaert, R.A.J. van Ostayen // *Current Applied Physics*. – 2019. – Vol. 19 – P. 1441–1448.
3. Xiaohu Wang. Dynamic characteristics of magnetorheological fluid lubricated journal bearing and its application to rotor vibration control / Xiaohu Wang, Hongguang Li, Ming Li, Huiyu Bai, Guang Meng, Hua Zhang // *Journal of Vibration Engineering*. – 2015. – Vol.17 (4). – P. 1912–1927.
4. Dimitrios A. Bompos CFD simulation of magnetorheological fluid journal bearings / Dimitrios A. Bompos, Pantelis G. Nikolakopoulos // *Simulation Modelling Practice and Theory*. – 2011. – Vol.19. – P. 1035–1060.
5. H. Urreta. Hydrodynamic bearing lubricated with magnetic fluids / H. Urreta, Z. Leicht, A. Sanchez, A. Agirre, P. Kuzhir, G. Magnac // *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*. – 2009. – Vol. 0. – P.9. DOI: 10.1177/1045389X09356007
6. Dimitrios A. Bompos Experimental and analytical investigations of dynamic characteristics of magnetorheological and nanomagnetorheological fluid film journal bearing / Dimitrios A. Bompos, Pantelis G. Nikolakopoulos. // *Proceedings of ASME Turbo Expo 2014: Turbine Technical Conference and Exposition (GT2014)*. – June 16 – 20, 2014, Düsseldorf, Germany. – P.8.Xiaohu Wang. Rotordynamic coefficients of a controllable magnetorheological fluid lubricated floating ring bearing / Xiaohu Wang, Hongguang Li*, Guang Meng // *Tribology International*. – 2017. – Vol.114. – P. 1–14
7. Xiaohu Wang. Stiffness and Damping Properties of (Semi) Floating Ring Bearing Using Magnetorheological Fluids as Lubricant / Xiaohu Wang, Hongguang Li, Wen Lu, Guang Meng // *Journal of Tribology*. – 2017. – Vol. 139. – P. 11.
8. Xiaohu Wang. Dynamic characteristics of magnetorheological fluid lubricated journal bearing and its application to rotor vibration control / Xiaohu Wang, Hongguang Li, Ming Li, Huiyu Bai, Guang Meng, Hua Zhang // *Journal of Vibration Engineering*. – 2015. – Vol.17 (4). – P. 1912–1927.
9. Фетисов А.С. Опора скольжения с изменяемыми динамическими характеристиками: результаты моделирования и верификация полученных результатов / А.С. Фетисов, А.В. Корнаев // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. – 2021. – №2 (346). – С. 140–146.
10. Фетисов А.С. Экспериментальный стенд для исследования геомагнитных опор скольжения / Фетисов А.С., Запомель Я., Бондаренко М.Э., Тюрин В.О. // *Известия Тульского государственного университета*. – 2019. – №3. – С. 376–380.
11. Фетисов А.С. Мехатронный подшипник скольжения, смазываемый магнитореологической жидкостью / *Сборник трудов Международной научной конференции «Механика и трибология транспортных систем – 2021»*. – 9 с.
12. Фетисов А.С. Динамические характеристики роторной системы на опорах скольжения при смазке магнитореологическими смазочными материалами / А.С. Фетисов, А.В. Корнаев. – *Сборник трудов 7-ой международной научной конференции «Фундаментальные исследования и инновационные технологии в машиностроении»*. – 3 с.
13. MatLab Simulink [Internet]: <https://www.mathworks.com/help/physmod/smlink/cad-link.html>

Фетисов Александр Сергеевич
ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С.
Тургенева», г. Орел
Младший научный сотрудник
ПНИЛ «Интеллектуальные
технологии мониторинга и
диагностики
энергогенерирующего
оборудования»
E-mail: fetisov57rus@mail.ru

Казakov Юрий Николаевич
ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С.
Тургенева», г. Орел
Младший научный сотрудник
ПНИЛ «Интеллектуальные
технологии мониторинга и
диагностики
энергогенерирующего
оборудования»
E-mail: kazakyurii@yandex.ru

Токмаков Никита Владимирович
ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С.
Тургенева», г. Орёл
студент
E-mail: stalker.20122@yandex.ru

A.S. FETISOV, Yu.N. KAZAKOV, N.V. TOKMAKOV

ROTOR TRAJECTORIES ON MAGNETORHEOLOGICAL FLUID–FILM BEARINGS

Abstract. *The article presents the results of a computational experiment to simulate the dynamics of a rotor on plain bearings lubricated with a magnetorheological fluid. The results of calculating the dynamic coefficients are presented. A description of a rigid rotor model on fluid friction supports is given. The results of modeling the dynamics of a rigid rotor on magnetorheological sliding bearings are presented. The summary data on the value of the maximum amplitude of vibration displacements of the rotor are given.*

Keywords: *sliding bearing, dynamic coefficients, rotor, trajectory of rotation.*

BIBLIOGRAPHY

1. Krishnkant Sahu. A Simulation Study on the Behavior of Magnetorheological Fluid on Herringbone Grooved Hybrid Slot–entry Bearing / Krishnkant Sahu, Satish C. Sharma // Tribology Transactions. – 2019. – Vol. 62, Issue. 6. – P. 1099–1118. DOI: <https://doi.org/10.1080/10402004.2019.1649775>.
2. Lampaert S.G.E. Experimental results on a hydrostatic bearing lubricated with a magnetorheological fluid / S.G.E. Lampaert, R.A.J. van Ostayen // Current Applied Physics. – 2019. – Vol. 19 – P. 1441–1448.
3. Xiaohu Wang. Dynamic characteristics of magnetorheological fluid lubricated journal bearing and its application to rotor vibration control / Xiaohu Wang, Hongguang Li, Ming Li, Huiyu Bai, Guang Meng, Hua Zhang // jve international ltd. journal of vibroengineering. – 2015. – Vol.17 (4). – P. 1912–1927.
4. Dimitrios A. Bompos CFD simulation of magnetorheological fluid journal bearings / Dimitrios A. Bompos, Pantelis G. Nikolakopoulos // Simulation Modelling Practice and Theory. – 2011. – Vol.19. – P. 1035–1060.
5. H. Urreta. Hydrodynamic bearing lubricated with magnetic fluids / H. Urreta, Z. Leicht, A. Sanchez, A. Agirre, P. Kuzhir, G. Magnac // Journal of Intelligent Material Systems and Structures. – 2009. – Vol. 0. – P.9. DOI: 10.1177/1045389X09356007
6. Dimitrios A. Bompos Experimental and analytical investigations of dynamic characteristics of magnetorheological and nanomagnetorheological fluid film journal bearing / Dimitrios A. Bompos, Pantelis G. Nikolakopoulos. // Proceedings of ASME Turbo Expo 2014: Turbine Technical Conference and Exposition (GT2014). – June 16 – 20, 2014, Düsseldorf, Germany. – P.8.Xiaohu Wang. Rotordynamic coefficients of a controllable magnetorheological fluid lubricated floating ring bearing / Xiaohu Wang, Hongguang Li*, Guang Meng // Tribology International. – 2017. – Vol.114. – P. 1–14
7. Xiaohu Wang. Stiffness and Damping Properties of (Semi) Floating Ring Bearing Using Magnetorheological Fluids as Lubricant / Xiaohu Wang, Hongguang Li, Wen Lu, Guang Meng // Journal of Tribology. – 2017. – Vol. 139. – P. 11.
8. Xiaohu Wang. Dynamic characteristics of magnetorheological fluid lubricated journal bearing and its application to rotor vibration control / Xiaohu Wang, Hongguang Li, Ming Li, Huiyu Bai, Guang Meng, Hua Zhang // jve international ltd. journal of vibroengineering. – 2015. – Vol.17 (4). – P. 1912–1927.
9. Fetisov A.S. Sliding support with variable dynamic characteristics: simulation results and verification of the results obtained / A.S. Fetisov, A.V. Kornaev // Fundamental and applied problems of engineering and technology. – 2021. – No. 2 (346). – P. 140–146.
10. Fetisov A.S. Experimental stand for the study of geomagnetic sliding bearings / Fetisov A.S., Zapomel Ya., Bondarenko M.E., Tyurin V.O. // Bulletin of the Tula State University. – 2019. – №3. – P. 376–380.
11. Fetisov A.S. Mechatronic plain bearing lubricated by a magnetorheological fluid / Proceedings of the International Scientific Conference "Mechanics and Tribology of Transport Systems – 2021". – 9 p.
12. Fetisov A.S. Dynamic characteristics of the rotor system on sliding bearings during lubrication with magnetorheological lubricants / A.S. Fetisov, A.V. Kornaev. – Proceedings of the 7th International Scientific Conference "Fundamental Research and Innovative Technologies in Mechanical Engineering". – 3 p.
13. MatLab Simulink [Internet]: <https://www.mathworks.com/help/physmod/smlink/cad-link.html>

Fetisov Alexander Sergeevich
Orel State University named after
I.S. Turgenev,
Junior Researcher, PNIL "Intelligent
technologies for monitoring and
diagnostics of power generating
equipment"
E-mail: fetisov57rus@mail.ru

Kazakov Yuri Nikolaevich
Orel State University named after
I.S. Turgenev,
Junior Researcher, PNIL "Intelligent
technologies for monitoring and
diagnostics of power generating
equipment"
E-mail: kazakyurii@yandex.ru

Tokmakov Nikita Vladimirovich
Orel State University named after
I.S. Turgenev
student
E-mail: stalker.20122@yandex.ru

УДК 620.179.18

DOI: 10.33979/2073-7408-2021-350-6-83-88

И.К. ЦЫБРИЙ, В.И. ИГНАТЕНКО, И.Л. ВЯЛИКОВ, А.Ю. РОДИЧЕВ

ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТА БАРКГАУЗЕНА В МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМАХ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ СТАЛИ

Аннотация. *Остаточная магнитная анизотропия изотропной электротехнической стали негативно влияет на эксплуатационные характеристики электрических машин. Механические напряжения и деформации, возникающие в процессе изготовления деталей приводят к увеличению анизотропии магнитных свойств. Целью настоящей работы является разработка метода, позволяющего оценить степень остаточной магнитной анизотропии в готовых изделиях. Для этого в работе рассмотрена возможность использования параметров эффекта Баркгаузена (ЭБ), отражающих динамику магнитной структуры материала в переменных магнитных полях. В качестве образцов для исследования использовался набор готовых штампованных пластин сердечника зубцового ротора электрической машины. Микроструктура образцов исследовалась с помощью*

металлографического микроскопа «Neorfol-21». Исследования магнитной структуры проводились с помощью оригинального прибора для регистрации магнитных шумов Баркгаузена, в состав которого входит магнитошумовой датчик, система усилительно-преобразовательных блоков и блок цифровой обработки измерительной информации. Приведены результаты измерений площади огибающей по окружности среднего ротора магнитошумовым датчиком оценить уровень остаточной анизотропии изотропной стали. Полученные данные могут служить основанием для разработки способа контроля уровня магнитной анизотропии изотропных электротехнических сталей, наведенной в готовых изделиях в результате механической обработки.

Ключевые слова: мехатронные системы, остаточная анизотропия, эффект Баркгаузена, неразрушающий контроль.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чеглов А.Е. Причины неоднородности магнитных свойств электротехнической изотропной стали / А.Е. Чеглов, Д.А. Кондратов, Н.Ю. Слюсарь и др. // Сталь. 2003. № 9. с. 87–92.
2. Настич В.П. Закономерности распределения механических и электромагнитных свойств в холоднокатаных полосах. / В.П. Настич, А.И. Божков, А.Е. Чеглов, Е.В. Титов, Н.Е. Попов, С.С. Дегтев // Производство проката № 6. 2005. – С. 2–10
3. Губанов, О.М. Влияние кремния и фосфора на формирование микроструктуры и текстуры изотропной электротехнической стали при скоростном нагреве / О.М. Губанов, А.Е. Чеглов, Д.Е. Камышева // Производство проката. – 2015. – № 1. – С. 8–13.
4. Заверюха, А.А. Металловедение анизотропной электротехнической стали / А.А. Заверюха, А.Е. Чеглов. – М.: «Черметинформация», 2002. – 70 с.
5. Дружинин В. В. Магнитные свойства электротехнической стали / В. В. Дружинин. – М.: Энергия, 1974–240 с.
6. Gorkunov, E.S. Barkhausen Noise and its Utilization in Structural Analysis of ferromagnetic Materials, Review Article V. / E.S. Gorkunov, Y.N. Dragoschanski, M. Mikhovski // Russian Journal of Nondestructive Testing. – 2000. – V. 36, no. 6. – P 389–417
7. Бусько В.Н., Власов Г.Г. Экспериментальное устройство для моделирования и исследования сложного напряженного состояния в ферромагнитных материалах // Приборы и методы измерений, 2016. – Т. 7, № 2. – С. 152–160
8. Губернаторов, В.В. Влияние механических и термических воздействий на доменную структуру и магнитострикцию магнитомягких сплавов на основе железа / В.В. Губернаторов, Ю.И. Драгошанский, Т.С. Сычева, С.А. Ольков // ФММ. 2012. том 113. № 9. С. 888 – 893.
9. Gorkunov, E.S., Shulika, V.V., Lavrentev, A.G. et al. Barkhausen effect in alloys with amorphous and nanocrystalline structures. *Dokl. Phys.* **47**, 728–730 (2002)
10. Miriam Rocío Neyra Astudillo. Correlation between Martensitic Phase Transformation and Magnetic Barkhausen Noise of AISI 304 Steel / Miriam Rocío Neyra Astudillo, Marcelo Núñez Nicolás, José uzzante [and others] // *Procedia Materials Science.* – 2015. – No9. – P. 435–443
11. E.S. Gorkunov, Yu.N. Dragoshansky, S.S. Rodionova, The effect of the structure of steels on reversal magnetization in weak and strong magnetic fields and solution of problems on magnetic structuroscopy of items made of these steels, *Defektoskopia (Russian Journal of Nondestructive Testing)*. No 6 (1998)
12. Nichipuruk, A.P. Induced magnetic anisotropy in low-carbon steel plates subjected to plastic deformation by stretching / A.P. Nichipuruk, A.N. Stashkov, M.S. Ogneva, A.V. Korolev, A.A. Osipov // *Russian Journal of Nondestructive Testing.* – 2015. – Vol. 51, no. 10. – P. 610–615
13. Bida G.V., Nichipuruk A.P. Multiparameter methods in magnetic structuroscopy and nondestructive testing of the mechanical properties of steels. *Russian Journal of Nondestructive Testing*, 2007, no. 8, pp. 3–24
14. Matyuk V.F., Goncharenko S.A., Hartmann H., Reichelt H. Modern state of Nondestructive testing of Mechanical properties and stamping ability of steel sheets in a manufacturing technological flow. *Russian Journal of Nondestructive Testing*, 2003, vol. 39, no. 5, pp. 347–380.
15. Korzunin G.S., Bulychev O.A., Sysolyatina I.P., Chistyakov V.K. The effect of the Anisotropy of Magnetic Properties of electrical steel on losses in power transform-er cores. *Russian Journal of Nondestructive Testing*, 2010, vol. 46, no. 9, pp. 632– 637.
16. Цыбрий И.К., Ананченко В.Н., Вяхирева Е.В., Головкин В.В. Информационно-измерительный комплекс для мониторинга качества ферромагнитных материалов. *Вестник Дон. гос. техн. ун-та.* – 2006 – Т. 6, № 4 (31), с. 311 – 317.

Цыбрий Ирина Константиновна

Донской государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой
приборостроения и биомедицинской инженерии
344004, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1
Тел. 8 (863) 2-738-518
E-mail: irconst@mail.ru

Родичев Алексей Юрьевич

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева»
кандю. техн. наук, доцент кафедры сервиса и ремонта
машин

Игнатенко Виталий Иванович

Донской государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой
приборостроения и биомедицинской инженерии
344004, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1
Тел.8(863)2738572
E-mail: 79043421201@ya.ru

Вяликов Иван Леонидович

Донской государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой
приборостроения и биомедицинской инженерии

I.K. TSYBRIY, V.I. IGNATENKO, I.L. VYALIKOV, A.Y. RODICHEV

APPLICATION OF THE BARKHAUSEN EFFECT IN MECHATRONIC QUALITY CONTROL SYSTEMS OF ELECTRICAL STEEL

Abstract. *Residual magnetic anisotropy of isotropic electrical steel adversely affects the performance of electrical machines. Mechanical stresses and deformations arising during the manufacture of parts lead to an increase in the anisotropy of the magnetic properties. The aim of this work is to develop a method that makes it possible to assess the degree of residual magnetic anisotropy in finished products. For this, the paper considers the possibility of using the parameters of the Barkhausen effect (EB), reflecting the dynamics of the magnetic structure of the material in alternating magnetic fields. As samples for the study, a set of ready-made stamped plates of the core of a toothed rotor of an electric machine was used. The microstructure of the samples was investigated using a Neophot-21 metallographic microscope. The studies of the magnetic structure were carried out using the original Barkhausen device for recording magnetic noise, which includes a magnetic noise sensor, a system of amplifying-converting units, and a digital processing unit for measuring information. The results of measurements of the area of the envelope around the circumference of the average diameter and along the teeth of the rotor plate are given, which make it possible to estimate the level of residual anisotropy of isotropic steel by scanning the surface of the tooth rotor plates with a magnetic noise sensor. The data obtained can serve as the basis for the development of a method for controlling the level of magnetic anisotropy of isotropic electrical steels induced in finished products as a result of mechanical processing.*

Keywords: *mechatronic systems, residual anisotropy, Barkhausen effect, non-destructive testing.*

BIBLIOGRAPHY

1. Cheglov A.E. Reasons for the inhomogeneity of the magnetic properties of electrical isotropic steel / A.E. Cheglov, D.A. Kondratkov, N.Yu. Slusar et al. // *Steel*. 2003. No. 9. p. 87–92.
2. Nastich V.P. Regularities in the distribution of mechanical and electromagnetic properties in cold-rolled strips. / V.P. Nastich, A.I. Bozhkov, A.E. Cheglov, E.V. Titov, N.E. Popov, S.S. Degtev // *Production of rolled products* No. 6. 2005. – P. 2–10
3. Gubanov, O.M. Influence of silicon and phosphorus on the formation of microstructure and texture of isotropic electrical steel at high-speed heating. Gubanov, A.E. Cheglov, D.E. Kamyshva // *Production of rolled products*. – 2015. – No. 1. – S. 8–13.
4. Zaveryukha, A.A. Metallurgy of anisotropic electrical steel / A.A. Zaveryukha, A.E. Cheglov. – M.: "Chermetinformatsiya", 2002. – 70 p.
5. Druzhinin V.V. Magnetic properties of electrical steel / V.V. Druzhinin. – M.: Energiya, 1974–240 p.
6. Gorkunov, E.S. Barkhausen Noise and its Utilization in Structural Analysis of ferromagnetic Materials, Review Article V. / E.S. Gorkunov, Y.N. Dragoschanski, M. Mikhovski // *Russian Journal of Nondestructive Testing*. – 2000. – V. 36, no. 6. – P. 389–417
7. Busko V.N., Vlasov G.G. Experimental device for modeling and research of a complex stress state in ferromagnetic materials // *Instruments and methods of measurements*, 2016. – V. 7, No. 2. – P. 152–160
8. Governors, V.V. Influence of mechanical and thermal effects on the domain structure and magnetostriction of soft magnetic alloys based on iron / V.V. Governors, Yu.I. Dragoshansky, T.S. Sycheva, S.A. Olkov // *FMM*. 2012. Vol. 113. No. 9. P. 888 – 893.
9. Gorkunov, É.S., Shulika, V.V., Lavrentev, A.G. et al. Barkhausen effect in alloys with amorphous and nanocrystalline structures. *Dokl. Phys.* 47, 728–730 (2002).
10. Miriam Rocío Neyra Astudillo. Correlation between Martensitic Phase Transformation and Magnetic Barkhausen Noise of AISI 304 Steel / Miriam Rocío Neyra Astudillo, Marcelo Núñez Nicolás, José uzzante [and others] // *Procedia Materials Science*. – 2015.— No9. – P. 435–443.
11. E.S. Gorkunov, Yu.N. Dragoshansky, S.S. Rodionova, The effect of the structure of steels on reversal magnetization in weak and strong magnetic fields and solution of problems on magnetic structuroscopy of items made of these steels, *Defektoskopia (Russian Journal of Nondestructive Testing)*. No 6 (1998).
12. Nichipuruk, A.P. Induced magnetic anisotropy in low-carbon steel plates subjected to plastic deformation by stretching / A.P. Nichipuruk, A.N. Stashkov, M.S. Ogneva, A.V. Korolev, A.A. Osipov // *Russian Journal of Nondestructive Testing*. – 2015. – Vol. 51, no. 10. – P. 610–615.
13. Bida G.V., Nichipuruk A.P. Multiparameter methods in magnetic structuroscopy and nondestructive testing of the mechanical properties of steels. *Russian Journal of Nondestructive Testing*, 2007, no. 8, pp. 3–24.
14. Matyuk V.F., Goncharenko S.A., Hartmann H., Reichelt H. Modern state of Nondestructive testing of Mechanical properties and stamping ability of steel sheets in a manufacturing technological flow. *Russian Journal of Nondestructive Testing*, 2003, vol. 39, no. 5, pp. 347–380.
15. Korzunin G.S., Bulychev O.A., Sysolyatina I.P., Chistyakov V.K. The effect of the Anisotropy of Magnetic Properties of electrical steel on losses in power transform-er cores. *Russian Journal of Nondestructive Testing*, 2010, vol. 46, no. 9, pp. 632–637.
16. Tsybriy I.K., Ananchenko V.N., Vyakhireva E.V., Golovkin V.V. Information and measuring complex for monitoring the quality of ferromagnetic materials. *Don Herald. state tech. un-that*. – 2006 – T. 6, No. 4 (31), p. 311 – 317.

Tsybriy Irina Konstantinovna
Don State Technical University
candidate of technical Sciences, associate Professor of
the Department instrumentation and biomedical
engineering
344004, Rostov-on-Don, Gagarin Square, 1
Ph.: 8 (863) 2-738-518
E-mail: irconst@mail.ru

Rodichev Alexey Yurevich
Orel State University
candidate of technical Sciences, associate Professor of
the Department service and repair of cars
302020, Orel, Naugorskoe Shosse, 29
Ph.: +79534145257
E-mail: rodfox@yandex.ru

Ignatenko Vitaly Ivanovich
Don State Technical University
candidate of technical Sciences, associate Professor of
the Department instrumentation and biomedical
engineering
344004, Rostov-on-Don, Gagarin Square, 1
Ph.: 8(863)2738572
E-mail: 79043421201@ya.ru

Vyalikov Ivan Leonidovich
Don State Technical University
candidate of technical Sciences, associate Professor of
the Department instrumentation and biomedical
engineering
344004, Rostov-on-Don, Gagarin Square, 1
Ph.: 8(863)2738572
E-mail: vialikov@mail.ru

УДК 62-52

DOI: 10.33979/2073-7408-2021-350-6-89-95

А.В. ГОРИН, А.В. ПРОСЕKOVA, И.Г. УСИKOVA, В.В. РОМАHOV

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕХАТРОННОЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация. В статье рассмотрено применение комплексного подхода применения мехатронных систем безопасности при возникновении чрезвычайных ситуаций. Представлен краткий анализ имеющихся систем безопасности. Показана принципиальная схема мехатронной системы безопасности в режиме чрезвычайных ситуаций. Рассмотрен алгоритм работы мехатронной системы безопасности, который включает в себя модуль с интеллектуальным управлением. Представлена структурно-функциональная схема охранно-пожарной системы, позволяющая качественно реализовать систему ликвидации чрезвычайных ситуаций непосредственно на любом объекте. Даны рекомендации по проектированию системы безопасности на основе разработанной функциональной модели.

Ключевые слова: комплексный подход, мехатроника, система безопасности, принципиальная схема, интеллектуальное управление, функциональная модель, чрезвычайные ситуации.

Выше представленные материалы получены при работе над проектом в рамках Постановления Правительства РФ №218 «Создание цифровой системы мониторинга, диагностики и прогнозирования состояния технического оборудования с применением технологии искусственного интеллекта на базе отечественных аппаратных и программных средств», договор совместно с ЗАО «Электропривод и Силовая электроника» №4869-2081.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральная служба государственной статистики (Росстат) [Электронный ресурс] // Социально-экономическое положение России: [электронный документ]. [2019]. URL: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2019/social/osn-12-2019.pdf (дата обращения: 20.09.2021).
2. Федеральная служба государственной статистики (Росстат) [Электронный ресурс] // Социально-экономическое положение России: [электронный документ]. [2020]. URL: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2020/social/osn-12-2020.pdf (дата обращения: 20.09.2021).
3. Пахомов В.П., «Спринклерная противопожарная защита. Перспективы развития систем» // Журнал «Безопасность» №1 – 2008.
4. Пожарная безопасность в строительстве: учебник / Вагин А.В., Мироньчев А.В., Терёхин С.Н., Кондрашин А.В., Филиппов А.Г. (2 издание) Под общ. ред. О.М. Латышева. СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России; Астерион, 2014. 274 с.
5. Федеральный закон РФ от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
6. СП 3.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре.
7. ГОСТ Р 53325-2012 Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний.
8. Синилов В.Г. Системы охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. – М.: Академия, 2010. – 512 с.
9. Особенности построения при автоматизации проектирования систем пожаротушения на распределенных объектах / А.Л.Ахтулов, Л.Н. Ахтулова, А.Е. Любаков, Л.А. Иванова // Омский научный вестник. – 2013. – №3(119). – С.58-62.

Горин Андрей Владимирович
ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева»
канд. техн. наук, доцент кафедры мехатроники,
механики и робототехники
302020, г.Орёл, Наугорское шоссе, 29
Тел. +79102600267
E-mail: gorin57@mail.ru

Усикова Ирина Геннадьевна
ФГБОУ ВО Орловский государственный
университет имени И.С. Тургенева
студент
302020, Россия, г.Орёл, Наугорское шоссе, 29
e-mail: irkin93@mail.ru

Просекова Анастасия Владимировна
ФГБОУ ВО Орловский государственный
университет имени И.С. Тургенева
старший преподаватель кафедры мехатроники,
механики и робототехники
302020, Россия, г.Орёл, Наугорское шоссе, 29
e-mail: prosekova.anastasia@yandex.ru

Романов Владислав Владимирович
ФГБОУ ВО Орловский государственный
университет имени И.С. Тургенева
аспирант
302020, Россия, г.Орёл, Наугорское шоссе, 29
e-mail: vlad162615@yandex.ru

A.V. GORIN, A.V. PROSEKOVA, I.G. USIKOVA, V.V. ROMANOV

COMPREHENSIVE APPROACH TO IMPLEMENTATION MECHATRONIC SAFETY SYSTEM

Abstract. *The article discusses the application of an integrated approach to the use of mechatronic security systems in the event of emergencies. A brief analysis of the available security systems is presented. Shown is a schematic diagram of a mechatronic security system in an emergency mode. The algorithm of operation of the mechatronic safety system, which includes a module with intelligent control, is considered. The structural and functional diagram of the security and fire system is presented, which makes it possible to qualitatively implement an emergency response system directly at any facility. Recommendations for the design of a security system based on the developed functional model are given.*

Keywords: *integrated approach, mechatronics, security system, schematic diagram, intelligent control, functional model, emergency situations.*

BIBLIOGRAPHY

1. Federal State Statistics Service (ROSSTAT) [Electronic resource] // Socio-economic situation of Russia: [electronic document]. [2019]. URL: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2019/social/osn-12-2019.pdf (accessed: 09/20/2021).
2. Federal State Statistics Service (Rosstat) [Electronic resource] // Socio-economic situation of Russia: [electronic document]. [2020]. URL: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2020/social/osn-12-2020.pdf (accessed: 09/20/2021).
3. Pakhomov V.P., "Sprinkler fire protection. Prospects for the development of systems" // Safety Magazine No. 1 – 2008.
4. Fire safety in construction: textbook / Vagin A.V., Mironchev A.V., Terekhin S.N., Kondrashin A.V., Filippov A.G. (2nd edition) Under the general editorship of O.M. Latyshev. St. Petersburg: St. Petersburg University of the Ministry of Emergency Situations of Russia; Asterion, 2014. 274 p.
5. Federal Law of the Russian Federation No. 123-FZ of July 22, 2008 "Technical Regulations on fire safety requirements".
6. SP 3.13130.2009 Fire protection systems. The system of notification and management of evacuation of people in case of fire.
7. GOST R 53325-2012 Fire fighting equipment. Technical means of fire automation. General technical requirements and test methods.
8. Sinilov V.G. Security, fire and fire alarm systems. – M.: Academy, 2010 – 512 p.
9. Features of construction at automation of design of fire extinguishing systems on distributed objects / A.L. Akhtulov, L.N. Akhtulova, A.E. Lyubakov, L.A. Ivanova // Omsk scientific bulletin. – 2013. – №3(119). – p.58–62.

Gorin Andrei Vladimirovich
Orel State University named after I.S. Turgenev
candidate of technical Sciences, associate Professor of
the Department mechatronics, mechanics and robotics
302020, Orel, Naugorskoe Shosse, 29
Ph.: +79102600267
E-mail: gorin57@mail.ru

Usikova Irina Gennadevna
FSBEI HE Orel State University
named after I.S. Turgenev
Student
302020, Orel, Naugorskoe Shosse, 29
e-mail: irkin93@mail.ru

Prosekova Anastasia Vladimirovna
FSBEI HE Orel State University
named after I.S. Turgenev
Senior lecturer of the department mechatronics,
mechanics and robotics
302020, Orel, Naugorskoe Shosse, 29
e-mail: prosekova.anastasia@yandex.ru

Romanov Vladislav Vladimirovich
FSBEI HE Orel State University
named after I.S. Turgenev
postgraduate student
302020, Orel, Naugorskoe Shosse, 29
e-mail: vlad162615@yandex.ru

УДК 621.822

DOI: 10.33979/2073-7408-2021-350-6-96-105

А.Ю. КОРНЕЕВ, А.В. СЫТИН, Е.В. МИЩЕНКО

АНАЛИЗ ТРАЕКТОРИЙ ДВИЖЕНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО РОТОРА В КОНИЧЕСКИХ ПОДШИПНИКАХ ЖИДКОСТНОГО ТРЕНИЯ СО СТАЛЬНЫМИ МНОГОСЛОЙНЫМИ ДЕМПФЕРАМИ

Аннотация. Предложена методика расчета траекторий движения высокоскоростного ротора в конических подшипниках жидкостного трения со стальными многослойными демпферами. Система уравнений движения записана для двухопорного ротора в конических подшипниках жидкостного трения со стальными многослойными демпферами. Результаты иллюстрируются характерными траекториями, полученными для конических подшипников, смазываемых турбинным маслом.

Ключевые слова: динамика, конический подшипник жидкостного трения, стальной многослойный демпфер, уравнения движения, метод траекторий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Максимов В.А., Баткис Г.С. Трибология подшипников и уплотнений жидкостного трения высокоскоростных турбомашин. – Казань, ФЭН, 1998. – 428 с.
2. Prabhu T. Jayachandra, Ganesan N., Rao B.V.A. Stability of vertical rotor system supported by hydrostatic thrust bearings // Proc. 6th World Congress Theory Mach. and Mech. – New Delhi, 1983. – Vol. 2. – P. 1339–1342 (англ.).
3. Корнеев А.Ю., Савин Л.А. и др. Конические подшипники жидкостного трения: монография. М: Машиностроение–1, 2008. – 172 с.
4. Позняк Э. Л. Колебания роторов // Вибрации в технике. В 6 т. Том 3. Колебания машин, конструкций и их элементов. М.: Машиностроение, 1980. С. 130 – 189 198. Rao J. S. Rotor dynamics comes of age // Sixth International Conference on Rotor Dynamics: Proceedings. Sydney, Australia: The University of New South Wales, 2002. V. 1. P. 15 – 26.
5. Yamamoto T., Ishida Y. Linear and nonlinear rotordynamics: A modern treatment with applications. New York, John Wiley & Sons, 2001. 326p.
6. Кельзон А.С., Циманский Ю.П., Яковлев В.И. Динамика роторов в упругих опорах. – М.: Наука, 1982. – 280 с.
7. Артеменко Н.П., Доценко В.Н., Чайка А.И. Траектории вынужденных колебаний и автоколебаний высокоскоростных роторов на ГСП // Исследование и проектирование гидростатических опор и уплотнений быстроходных машин. – Харьков: ХАИ, 1977.– Вып. 4. – С. 31–35.
8. Корнеев А.Ю. К вопросу об устойчивости роторов на конических опорах скольжения // Материалы Международного научно-технического симпозиума «120 лет гидродинамической теории смазки». – Оrel, 2006. – С. 588 – 596.
9. Корнеев А.Ю. Математическая модель расчета динамики жесткого ротора на конических подшипниках скольжения методом траекторий // Известия ОрелГТУ. Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. № 3–3/293, 2012. – С. 3–9.
10. Корнеев А.Ю. Устойчивость жесткого ротора в конических подшипниках скольжения // Вестник машиностроения, № 11, 2013. – С.14–18.
11. Корнеев А.Ю. Анализ динамики жесткого ротора на конических гидродинамических подшипниках скольжения методом траекторий // Вестник машиностроения, № 12, 2013. – С. 24 – 27.
12. Korneev A.Yu. Rigid-rotor dynamics of conical hydrodynamic bearings // Russian Engineering Research, 2014, Vol. 34, No. 3, pp. 131 – 135. © Allerton Press, Inc., 2014 (Scopus).
13. Корнеев А.Ю., Савин Л.А., Ли Шэнбо. Траектории движения ротора в конических подшипниках жидкостного трения // Труды II-ой Международной научно-технической конф. «Пром-Инжиниринг». – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – С. 71–74.
14. Ли Шэнбо, Корнеев А.Ю., Ван Сицун, Мищенко Е.В. Анализ траекторий движения жесткого ротора в конических подшипниках жидкостного трения // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. № 6 (344), 2020. – С. 114 – 120.
15. Wang Sicong. Design and dynamic characteristics of cone multilayer steel damper/ Masters work, China, 2020. – 107 p.

Корнеев Андрей Юрьевич
ФГБОУВО «Орловский
государственный университет имени
И.С. Тургенева»
Декан факультета среднего
профессионального образования,
Кандидат технических наук, доцент
Тел. 8–953–474–62–62
E–mail: korneev_andrey@mail.ru

Сытин Антон Валерьевич
ФГБОУВО «Орловский
государственный университет
имени И.С. Тургенева»
Кандидат технических наук,
доцент кафедры мехатроники,
механики и робототехники
Тел. 8–919–204–60–50
E–mail: sytin@mail.ru

Мищенко Елена Владимировна
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

A. YU. KORNEEV, A. V. SYTIN, E. V. MISHCHENKO

THE ANALYSIS OF THE TRAJECTORIES OF MOTION OF HIGH–SPEED ROTOR IN THE CONICAL LIQUID FRICTION BEARINGS WITH MULTI–LAYER STEEL DAMPERS

Abstract. *The calculation procedure of the trajectories of motion of high–speed rotor in the conical liquid friction bearings with multi–layer steel dampers is offered. The equations set of motion is written for two–bearing rotor in the conical liquid friction bearings with multi–layer steel dampers. The results are illustrated by the plots of trajectories for the conical bearings with oil lubricant.*

Keywords: *dynamics, conical liquid friction bearing, multi–layer steel damper, equations of motion, trajectory method.*

BIBLIOGRAPHY

1. Maksimov V.A., Batkis G.S. Tribologiya podshipnikov i uplotneniy zhidkostnogo treniya vysokoskorostnykh turbomashin. – Kazan, FEN, 1998. – 428 s.
2. Prabhu T. Jayachandra, Ganesan N., Rao B.V.A. Stability of vertical rotor system supported by hydrostatic thrust bearings // Proc. 6th World Congress Theory Mach. and Mech. – New Delhi, 1983. – Vol. 2. – R. 1339–1342 (angl.).
3. Korneyev A.YU., Savin L.A. i dr. Konicheskiye podshipniki zhidkostnogo treniya: monografiya. M.: Mashinostroyeniye–1, 2008. – 172 s.
4. Poznyak E. L. Kolebaniya rotorov // Vibratsii v tekhnike. V 6 t. Tom 3. Kolebaniya mashin, konstruksiy i ikh elementov. M.: Mashinostroyeniye, 1980. S. 130 – 189 198. Rao J. S. Rotor dynamics comes of age // Sixth International Conference on Rotor Dynamics: Proceedings. Sydney, Australia: The University of New South Wales, 2002. V. 1. P. 15 – 26.
5. Yamamoto T., Ishida Y. Linear and nonlinear rotordynamics: A modern treatment with applications. New York, John Wiley & Sons, 2001. 326p.
6. Kelzon A.S., Tsimanskiy YU.P., Yakovlev V.I. Dinamika rotorov v uprugikh oporakh. – M.: Nauka, 1982. – 280 s.
7. Artemenko N.P., Dotsenko V.N., Chayka A.I. Trayektorii vyzhdenykh kolebaniy i avtokolebaniy vysokoskorostnykh rotorov na GSP // Issledovaniye i proyektirovaniye gidrostaticheskikh opor i uplotneniy bystrokhodnykh mashin. – Kharkov: KHAI, 1977.– Vyp. 4. – С. 31–35.
8. Korneyev A.YU. K voprosu ob ustoychivosti rotorov na konicheskikh oporakh skolzheniya // Materialy Mezhdunarodnogo nauchno–tekhnicheskogo simpoziuma «120 let gidrodinamicheskoy teorii smazki». – Orel, 2006. S. 588 – 596.
9. Korneyev A.YU. Matematicheskaya model rascheta dinamiki zhestkogo rotora na konicheskikh podshipnikakh skolzheniya metodom trayektoriy // Izvestiya OrelGTU. Fundamentalnyye i prikladnyye problemy tekhniki i tekhnologii. № 3–3/293, 2012. – S. 3–9.
10. Korneyev A.YU. Ustoychivost zhestkogo rotora v konicheskikh podshipnikakh skolzheniya // Vestnik mashinostroyeniya, № 11, 2013. – S.14 –18.
11. Korneyev A.YU. Analiz dinamiki zhestkogo rotora na konicheskikh gidrodinamicheskikh podshipnikakh skolzheniya metodom trayektoriy // Vestnik mashinostroyeniya, № 12, 2013. – S. 24 – 27.
12. Korneev A.Yu. Rigid–rotor dynamics of conical hydrodynamic bearings // Russian Engineering Research, 2014, Vol. 34, No. 3, pp. 131 – 135. © Allerton Press, Inc., 2014 (Scopus).
13. Korneyev A.YU., Savin L.A., Li Shenbo. Trayektorii dvizheniya rotora v konicheskikh podshipnikakh zhidkostnogo treniya // Trudy II–oy Mezhdunarodnoy nauchno–tekhnicheskoy konf. «Prom–Inzhiniring». – Chelyabinsk: Izdatelskiy tsentr YUUrGU, 2016. – S. 71–74.
14. Li Shenbo, Korneyev A.YU., Van Sitsun, Mishchenko Ye.V. Analiz trayektoriy dvizheniya zhestkogo rotora v konicheskikh podshipnikakh zhidkostnogo treniya // Fundamentalnyye i prikladnyye problemy tekhniki i tekhnologii. № 6 (344), 2020. – S. 114 – 120.
15. Wang Sicong. Design and dynamic characteristics of cone multilayer steel damper/ Masters work, China, 2020. – 107 p.

Korneev Andrey Yurievich
Orel State University named after I.S. Turgenyev,
candidate of technical sciences,
assistant professor, dean
of faculty of mean professional
education
302030, Orel, Moskovskaya street, 34
Tel. 8–906–662–44–22
E–mail: korneev_andrey@mail.ru

Sytin Anton Valerievich
Orel State University named after
I.S. Turgenyev,
candidate of technical sciences,
assistant professor,
of department of mechatronics,
mechanics and robototechnics
302040, Orel, Naugorskoe highway,
29
Tel. 8–919–204–60–50
E–mail: sytin@mail.ru

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

ПРИБОРЫ, БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.2

DOI:10.33979/2073-7408-2021-350-6-106-112

Е.С. ПАНЬКИНА, Н.В. ДОРОФЕЕВ

ВЫДЕЛЕНИЕ КЛЮЧЕВЫХ ЗОН КОНТРОЛЯ В СИСТЕМЕ ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Аннотация. В данной работе предлагается алгоритм выделения ключевых зон геотехнического мониторинга по данным информационно–аналитической системы. Предлагаемый алгоритм основан на анализе устойчивости отдельных участков геотехнической системы, групповой устойчивости с применением нейросетевого подхода и базовой модели. Обучающая выборка формируется на основе модели геотехнической системы и априорной информации. Для выделения однородных реакций геотехнической системы при различных значениях ее параметров используется процедура кластеризации данных. Коррекция допустимых границ выхода контролируемых параметров предлагается осуществлять с учетом результатов бифуркационного анализа. Практическая проверка предлагаемого алгоритма осуществлялась на данных мониторинга трехэтажного здания. Полученные результаты в ходе обработки предложенным алгоритмом данных информационно–аналитической системы геотехнического мониторинга согласуются с данными измерений и моделирования.

Ключевые слова: мониторинг, нейросетевой алгоритм, геотехническая система, объект строительства.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации № МД–1800.2020.8.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gryaznova, E. Ensuring safe operation of building and structures / E. Gryaznova // XXII International scientific conference: construction the formation of living environment. – 2019. – Vol. 97, P. 1–8;
2. Research of geologic hazards real–time monitoring and early warning / X. Yang [and etc.] // 2014 Sixth International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation. – 2014. –P. 480–483;
3. AlHamaydeh, M. Impact of diverse seismic hazard estimates on design and performance of Steel Plate Shear Walls buildings in Dubai, UAE / M. AlHamaydeh, L. Elayyan // 7th International Conference on Modeling, Simulation, and Applied Optimization. – 2017, P. 1–4;
4. Иванова, А.В. Геотехнический мониторинг – основа жизненного цикла зданий и сооружений / А.В. Иванова, Т.А. Соловьева, Т.Ю. Бугакова // ИНТЕРЭКСПО ГЕО–СИБИРЬ. – 2019. – № 1/6. – С. 214–220;
5. The selection of parameters and control points in the geotechnical monitoring system [Text] / N.V. Dorofeev [and etc.] // IOP Conf. Series: Materials Sci. and Engin. – 2020. – Vol. 873(1). – P. 1–8;
6. The state of remote sensing capabilities of cascading hazards over high mountain Asia / D. Krishbaum [and etc.] // Frontiers in Earth science. – 2019. – Vol. 7. P. 197;
7. Gigin, S. Dealing with cascading multi–hazard risks in national risk assessment: The case of Natech accidents / S. Gigin, A. Necci, E. Krausmann // International Journal of Disaster risk reduction. – 2019. – Vol. 35. – No. 101072;
8. Strzalkowski, P. Sinkhole formation hazard assessment / P. Strzalkowski // Environmental Earth science. – 2019. – Vol. 1/78. – P. 9;
9. Lydia, M. Wind resource estimation using wind speed and power curve models / M. Lydia // Renewable energy. – 2015. – Vol. 83. – P. 425–434;

10. Tabarsa A. Unconfined compressive strength prediction of soil stabilized using artificial neural networks and support vector machines / A. Tabarsa [and etc.] // Frontier of Structural and Civil Engineering. – 2021. – Vol. 15. – P. 520–536;
11. Algorithm for predicting of the transition of a key point of geodynamic control to the risk zone [Text] / N.V. Dorofeev [and etc.] // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Sci. – 2020. – Vol. 548(5). – P. 1–5;
12. Li, Z.C. Material distribution optimization of functionally graded arch subjected to external pressure under temperature rise field / Z. C. Li [and etc.] // 2019. – Vol. 138. – P. 64–78;
13. Dyniak, O. Effect of vibration loads from subway to geological environment / O. Dyniak, N. Lavrova // Conference Proceedings 14th EAGE international conference on geoinformatics – theoretical and applied aspects, geoinformatics. European Association of Geoscientists & Engineers. – 2015. – P. 1–5.
14. Cao, J. Deep Convolutional networks with superpixel segmentation for hyperspectral image classification / J. Cao, Z. Chen, B. Wang // 2016 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. – 2016. – P. 3310–3313;
15. He, D. Deep Convolutional Neural Network Framework for Subpixel Mapping / D. He [and etc.] // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. – 2020. P. 3032475;
16. Han, Z. Mesh Convolutional Restricted Boltzmann Machines for Unsupervised Learning of Features With Structure Preservation on 3–D Meshes / Z. Han [and etc.] // IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems. – 2017. – Vol. 10/28. – P. 2268–2281;
17. Wang, Q. Learning of recurrent convolutional neural networks with applications in pattern recognition / Q. Wang, H. Huang // 36th Chinese Control Conference. – 2017. – P. 4135–4139;
18. Zhao, W. Study of UGS Target Recognition Method based on Recurrent Neural Network and Peak Value Region Extraction / W. Zhao [and etc.] // IEEE International Conference on Unmanned Systems. – 2019. – P. 773–777.

Панькина Екатерина Сергеевна

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых»;
 Научный сотрудник;
 600000, г. Владимир, ул. Горького 87;
 Тел. (49234) 77–236;
 E–mail: pankina@bsu.edu.ru

Дорофеев Николай Викторович

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых»;
 Научный сотрудник;
 600000, г. Владимир, ул. Горького 87;
 Тел. (49234) 77–236;
 E–mail: dorofeev@yandex.ru

E.S. PANKINA, N.V. DOROFEEV

SELECTION OF KEY CONTROL ZONES IN THE GEOTECHNICAL MONITORING SYSTEM

Abstract. *In this paper, we propose an algorithm for identifying key zones of geotechnical monitoring based on the data of an information and analytical system. The proposed algorithm is based on the analysis of the stability of individual sections of the geotechnical system, group stability using a neural network approach and a basic model. The training sample is formed on the basis of the geotechnical system model and a priori information. To isolate homogeneous reactions of a geotechnical system at different values of its parameters, the data clustering procedure is used. The correction of the permissible limits of the output of the controlled parameters is proposed to be carried out taking into account the results of the bifurcation analysis. The practical verification of the proposed algorithm was carried out on the monitoring data of a three-story building. The results obtained during the processing of the data of the information and analytical system of geotechnical monitoring by the proposed algorithm are consistent with the measurement and modeling data.*

Keywords: *monitoring, neural network algorithm, geotechnical system, construction object.*

BIBLIOGRAPHY

1. Gryaznova, E. Ensuring safe operation of building and structures / E. Gryaznova // XXII International scientific conference: construction the formation of living environment. – 2019. – Vol. 97, P. 1–8;
2. Research of geologic hazards real–time monitoring and early warning / X. Yang [and etc.] // 2014 Sixth International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation. – 2014. –P. 480–483;
3. AlHamaydeh, M. Impact of diverse seismic hazard estimates on design and performance of Steel Plate Shear Walls buildings in Dubai, UAE / M. AlHamaydeh, L. Elayyan // 7th International Conference on Modeling, Simulation, and Applied Optimization. – 2017, P. 1–4;
4. Ivanova, A.V. Geotechnical monitoring—the basis of the life cycle of buildings and structures / A.V. Ivanova, T. A. Solovyova, T. Y. Bugakova // INTEREXPO GEO–SIBERIA. – 2019. – No. 1/6. – pp. 214–220;
5. The selection of parameters and control points in the geotechnical monitoring system [Text] / N.V. Dorofeev [and etc.] // IOP Conf. Series: Materials Sci. and Engin. – 2020. – Vol. 873(1). – P. 1–8;
6. The state of remote sensing capabilities of cascading hazards over high mountain Asia / D. Krishbaum [and etc.] // Frontiers in Earth science. – 2019. – Vol. 7. P. 197;

7. Gigin, S. Dealing with cascading multi-hazard risks in national risk assessment: The case of Natech accidents / S. Gigin, A. Necci, E. Krausmann // International Journal of Disaster risk reduction. – 2019. – Vol. 35. – No. 101072;
8. Strzalkowski, P. Sinkhole formation hazard assessment / P. Strzalkowski // Environmental Earth science. – 2019. – Vol. 1/78. – P. 9;
9. Lydia, M. Wind resource estimation using wind speed and power curve models / M. Lydia // Renewable energy. – 2015. – Vol. 83. – P. 425–434;
10. Tabarsa A. Unconfined compressive strength prediction of soil stabilized using artificial neural networks and support vector machines / A. Tabarsa [and etc.] // Frontier of Structural and Civil Engineering. – 2021. – Vol. 15. – P. 520–536;
11. Algorithm for predicting of the transition of a key point of geodynamic control to the risk zone [Text] / N.V. Dorofeev [and etc.] // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Sci. – 2020. – Vol. 548(5). – P. 1–5;
12. Li, Z.C. Material distribution optimization of functionally graded arch subjected to external pressure under temperature rise field / Z. C. Li [and etc.] // 2019. – Vol. 138. – P. 64–78;
13. Dyniak, O. Effect of vibration loads from subway to geological environment / O. Dyniak, N. Lavrova // Conference Proceedings 14th EAGE international conference on geoinformatics – theoretical and applied aspects, geoinformatics. European Association of Geoscientists & Engineers. – 2015. – P. 1–5.
14. Cao, J. Deep Convolutional networks with superpixel segmentation for hyperspectral image classification / J. Cao, Z. Chen, B. Wang // 2016 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. – 2016. – P. 3310–3313;
15. He, D. Deep Convolutional Neural Network Framework for Subpixel Mapping / D. He [and etc.] // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. – 2020. P. 3032475;
16. Han, Z. Mesh Convolutional Restricted Boltzmann Machines for Unsupervised Learning of Features With Structure Preservation on 3–D Meshes / Z. Han [and etc.] // IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems. – 2017. – Vol. 10/28. – P. 2268–2281;
17. Wang, Q. Learning of recurrent convolutional neural networks with applications in pattern recognition / Q. Wang, H. Huang // 36th Chinese Control Conference. – 2017. – P. 4135–4139;
18. Zhao, W. Study of UGS Target Recognition Method based on Recurrent Neural Network and Peak Value Region Extraction / W. Zhao [and etc.] // IEEE International Conference on Unmanned Systems. – 2019. – P. 773–777.

Pankina Ekaterina Sergeevna
Vladimir State University;
Research associate;
87 Gorky str., Vladimir, 600000;
Tel. (49234) 77–236;
E-mail: pankina@bsu.edu.ru

Dorofeev Nikolay Viktorovich
Vladimir State University;
Associate professor, D.Sc., head of department;
87 Gorky str., Vladimir, 600000;
Tel. (49234) 77–236;
E-mail: dorofeev@yandex.ru

УДК 614.487

DOI: 10.33979/2073-7408-2021-350-6-113-119

В.Д. КОВАЛЕВ, С.Ю. РАДЧЕНКО, В.П. ГЕРАСИМОВ, В.П. ПАНКОВ

КОМБИНИРОВАННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЭЛЕКТРООЧИСТКИ ГАЗОВОЗДУШНЫХ СРЕД

Аннотация. В статье рассматриваются некоторые способы и устройства для очистки газозвудушных сред от неорганических и органических (бактерии, вирусы) загрязнений. Оценены возможности способа электроочистки, рассмотрено новое комбинированное устройство электроочистки воздуха, позволяющее гарантированно уничтожить до 99% вирусов и бактерий, а также иных механических загрязнений, что особенно актуально для медицинских и других помещений со специальными требованиями руководящих документов по чистоте воздуха, а также в свете борьбы с новой короновирусной инфекцией.

Ключевые слова: загрязненность воздуха, технологии электроочистки воздуха, устройство для электроочистки газозвудушных сред, активация и ионизация воздуха, уничтожение бактерий и вирусов, напряженность электрического поля, ячейки-накопители грязи, межэлектродное пространство, грязеёмкость, высокое напряжение, полярность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов, О.В. Прогнозирование состояния технических систем [Текст] / О.В. Абрамов, А.Н. Розенбаум. – М.: Наука, 1990.
2. Ковалев, В.Д. Использование электронно-ионных технологий очистки диэлектрических шлакосмесей и газов [Текст] / В.Д. Ковалев, Ю.Д. Мишин, Г.А. Копылов, Л.А. Гимбицкая. Материалы МНТК – СКФУ, 2013.
3. Боудинг, К. Обобщенная теория систем – скелет науки [Текст] К. Боудинг. Исследования по общей теории систем: Сборник переводов: перевод с английского. Под ред. В.Н. Садовского и Э.Г. Солина. – М.: 1969.
4. Патент 2108113 РФ С12N 13/00, А61К 9/22, А61L 2/00, А61L 2/02, А61L 2/03, А61L 9/16, С02F 1/461, С02F 1/467, С02F 1/48, С12N 1/06. Способ инактивирования или разрушения микроорганизмов / Кандзи Есида[JP], Теруаки Сумиока[JP], Хайтао Ксу[CN]; заявители и патентообладатели Ремоделинг двадцать один К°, ЛТД (JP), Кандзи Есида (JP). № 96102855/13; заявл. 1996,02.14; опубл. 1998,04.10.

5. Пат. 2377072 РФ, В03С 5/00. Электрический очиститель диэлектрических жидкостей (и газов) с закругленными отверстиями в электродах / Ковалев В.Д. (RU), Копылов Г.А. (RU), Гусев Ю.В. (RU), Бекметов, М. (RU), Соколенко В.И. (RU); заявители и патентообладатели Ковалев В.Д. (RU), Копылов Г.А. (RU), Гусев Ю.В. (RU), Бекметов, М. (RU), Соколенко В.И. (RU). № 2008133904/12; заявл. 2008.08.18; опубл. 2009.12.27.

6. Пат. 2379115 РФ, В03С 5/00, Электрический очиститель диэлектрических жидкостей и газов с водопоглотителем / Ковалев В.Д. (RU), Копылов Г.А. (RU); заявители и патентообладатели Ковалев В.Д. (RU), Копылов Г.А. (RU). № 2008137846/12; заявл. 2008.09.22; опубл. 2010.01.20.

7. Пат. 2385176 РФ, В01D 35/06, В03С 3/47. Электрический очиститель диэлектрических жидкостей (и газов) с односторонним расположением отверстий в электродах / Ковалев В.Д. (RU), Копылов Г.А. (RU), Гусев Ю.В. (КП), Зайцев Г.А. (RU), Попов В.Г. (RU); заявители и патентообладатели Ковалев В.Д. (RU), Копылов Г.А. (RU), Гусев Ю.В. (RU), Зайцев Г.А. (RU), Попов В.Г. (RU). № 2008133053/15; заявл. 2008.08.11; опубл. 2010.03.27.

8. Пат. 2388516 РФ, В01D 35/06, Электроочиститель со спиральными электродами / Ковалев В.Д. (RU), Копылов Г.А. (RU); заявители и патентообладатели Ковалев В.Д. (RU), Копылов Г.А. (RU). № 2008143958/15; заявл. 2008.11.05; опубл. 2010.05.10.

9. Пат. 240/548 РФ, А61L 9/16, В01D 35/06. Устройство для создания стерильной среды / Ковалев В.Д. (RU), Копылов Г.А. (RU), Гусев Ю.В. (RU), Гандылян К.С. (RU), Слётов А.А. (RU); заявители и патентообладатели Ковалев В.Д. (RU), Копылов Г.А. (RU), Гусев Ю.В. (RU), Гандылян К.С. (RU), Слётов А.А. (RU). № 2009101884/15; заявл. 2009.01.21; опубл. 2010.12.27.

10. Пат. 2026751 РФ, А61L 9/16, А61L 9/22, В03С 3/011, В03С 3/09, В03С 3/14, В03С 3/145, В03С 3/155, В03С 3/28, В03С 3/38, В03С 3/40, В03С 3/41, В03С 3/45, Устройство для стерилизации и тонкой фильтрации газа Володина Е.В. (RU), Наголкин А.В. (RU); заявители и патентообладатели Володина Е.В. (RU), Наголкин А.В. (RU). № 5048011/26; заявл. 1992.05.13; опубл. 1995.01.20.

Ковалев Вячеслав Данилович

Доктор технических наук, профессор
Начальник отдела АО «Электроавтоматика»
355016, г. Ставрополь, ул. Заводская, 9
Тел. 8 (918) 751–26–72
E-mail: kwd50@mail.ru

Радченко Сергей Юрьевич

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

Герасимов Владимир Павлович

Кандидат технических наук, доцент
Доцент кафедры информационных систем
Ставропольского ГАУ
355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12
Тел. 8 (928) 265 74 14
E-mail: gvp–05@mail.ru

Панков Владимир Петрович

Кандидат технических наук, доцент
Профессор Краснодарского ВВАУЛ
350090, г. Краснодар, ул. Дзержинского, 135
Тел. 8 (918) 861–09–36
E-mail: pankovvp61@list.ru

V.D. KOVALEV, S.YU. RADCHENKO, V.P. GERASIMOV, V.P. PANKOV

COMBINED DEVICE FOR ELECTRIC CLEANING OF GAS–AIR MEDIA

Abstract. *The article discusses some methods and devices for cleaning gas–air media from inorganic and organic (bacteria, viruses) contaminants. The possibilities of the method of electric cleaning are evaluated, a new combined air purification device is considered, which allows guaranteed to destroy up to 99% of viruses and bacteria, as well as other mechanical contaminants, which is especially important for medical and other premises with special requirements of the guidance documents on air purity, as well as in the light of the fight against a new coronavirus infection.*

Keywords: *air pollution, technologies of electric air purification, device for electric cleaning of gas–air media, activation and ionization of air, destruction of bacteria and viruses, electric field strength, dirt storage cells, interelectrode space, mud capacity, high voltage, polarity.*

BIBLIOGRAPHY

1. Abramov, O.V. Forecasting the state of technical systems [Text] / O.V. Abramov, A.N. Rosenbaum. – М.: Nauka, 1990.
2. Kovalev, V.D. Use of electron–ion technologies of purification of dielectric slag mixtures and gases [Text] / V.D. Kovalev, Y.D. Mishin, G.A. Kopylov, L.A. Gimbitskaya. Materials of MNTK – NCFU, 2013.
3. Bowding, K. Generalized theory of systems – the skeleton of science [Text] K. Bowding. Research on General Systems Theory: A Collection of Translations: Translating from English. Edited by V.N. Sadovsky and E.G. Sodin. – М.: 1969.

4. Patent 2108113 of the Russian Federation C12N 13/00, A61K 9/22, A61L 2/00, A61L 2/02, A61L 2/03, A61L 9/16, C02F 1/461, C02F 1/467, C02F 1/48, C12N 1/06. Method of inactivation or destruction of microorganisms / Kanji Yishida[JP], Teruaki Sumioka[JP], Haitao Kcy[CN]; applicants and patent holders Remodeling twenty-one Co., Ltd (JP), Kanji Yishida (JP). № 96102855/13; stated. 1996,02.14; publ. 1998,04.10.

5. Pat. 2377072 of the Russian Federation, V03S 5/00. Electric cleaner of dielectric liquids (and gases) with rounded holes in electrodes / Kovalev V.D. (RU), Kopylov G.A. (RU), Gusev Yu.V. (RU), Bekmetov, M. (RU), Sokolenko V.I., (RU); applicants and patent owners Kovalev V.D., (RU), Kopylov G.A. (RU), Gusev Yu.V. (RU), Bekmetov, M. (RU), Sokolenko V.N., (RU). № 2008133904/12; stated. 2008.08.18; publ. 2009.12.27.

6. Stalemate. 2379115 of the Russian Federation, V03S 5/00, Electric cleaner of dielectric liquids and gases with water absorber / Kovalev V.D. (RU), Kopylov G.A. (RU); applicants and patent owners Kovalev V.D. (RU), Kopylov G.A. (RU). № 2008137846/12; stated. 2008.09.22; publ. 2010.01.20.

7. Pat. 2385176 russia, B01D 35/06, B03S 3/47. Electric cleaner of dielectric liquids (and gases) with one-way arrangement of holes in electrodes / Kovalev V.D. (RU), Kopylov G.A. (RU), Gusev Yu.V. (RU), Zaitsev G.A. (RU), Popov V.G. (RU); applicants and patent owners Kovalev V.D. (RU), Kopylov G.A. (RU), Gusev Yu.V. (RU), Zaitsev G.A. (RU), Popov V.G. (RU). № 2008133053/15; stated. 2008.08.11; publ. 2010.03.27.

8. Stalemate. 2388516 of the Russian Federation, B01D 35/06, Electric cleaner with spiral electrodes / Kovalev V.D. (RU), Kopylov G.A. (RU); applicants and patent owners Kovalev V.D. (RU), Kopylov G.A. (RU). № 2008143958/15; stated, 2008,11,05; publ. 2010.05.10.

9. Pat. 240/548 RF, A61L 9/16, B01D 35/06. Device for creating a sterile environment / Kovalev V.D. (RU), Kopylov G.A. (RU), Gusov Yu.V. (RU), Gandylyan K.S. (RU), Sletov A.A. (RU); applicants and patent owners Kovalev V.D. (RU), Kopylov G.A. (RU), Gusev Yu.V. (RU), Gandylyan K.S. (RU), Sletov A.A. (RU). № 2009101884/15; stated. 2009,01,21; publ 2010.12.27.

10. Pat. 2026751 of the Russian Federation, A61L 9/16, A61L 9/22, B03C 3/011. B03S 3/09, V03S 3/14, V03S 3/145, V03S 3/155, V03S 3/28, B03S 3/38, V03S 3/40, V03S 3/41, V03S 3/45, Device for sterilization and fine filtration of gas Volodina E.V. (RU), Nagolkin A.V. (RU); applicants and patent owners Volodina E.B. (RU), Nagolkin A.V. (RU). № 5048011/26; stated. 1992.05.13; publ. 1995.01.20.

Kovalev Vyacheslav Danilovich

Doctor of Technical Sciences, Professor
Head of Department of JSC "Electroavtomatika"
355016, Stavropol, Zavodskaya Str., 9
Tel. 8 (918) 751-26-72
E-mail: kwd50@mail.ru

Radchenko Sergey Yurievich

Doctor of Technical Sciences, Professor
Vice-Rector for Scientific and Technological Activities
and Certification of Scientific Personnel of the State
Educational University "OSU named after
I.S. Turgenyev"
302026, Orel, Komsomolskaya Street, 95
Tel. (4862) 47-50-71
E-mail: radsu@rambler.ru

Gerasimov Vladimir Pavlovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Associate Professor of the Department of Information
Systems of the Stavropol State Agrarian University
355017, Stavropol, Zootechnical Lane, 12
Tel. 8 (928) 265 74 14
E-mail: gvp-05@mail.ru

Pankov Vladimir Petrovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Professor of Krasnodar VVAUL
350090, Krasnodar, Dzerzhinskogo str., 135
Tel. 8 (918) 861-09-36
E-mail: pankovvp61@list.ru

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

УДК 519.876.2:658.5

DOI: 10.33979/2073-7408-2021-350-6-120-126

А.Г. ИВАХНЕНКО, О.В. АНИКЕЕВА

**НЕКОТОРЫЕ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ
ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПРОМЫШЛЕННОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ В ОБЛАСТИ КАЧЕСТВА**

Аннотация. Представлена модель динамики при целевом управлении качеством. Выявлена особенность самой постановки задачи оптимизации, связанная с определением граничных условий. Предложен интегральный критерий оптимальности, включающий учет затрат, связанных с отклонениями каждой цели в области качества в течение планового периода времени и затраты, связанные с осуществлением управляющих воздействий для достижения поставленных целей. Представлены результаты моделирования при решении задачи с фиксированными границами и свободной границей на примере промышленного предприятия. Выявлены особенности решений этих задач, учитывающие характер изменения самих целей в области качества и

управляющих воздействий. Дано сравнение этих решений с целевым управлением при ступенчатом управляющем воздействии, что позволяет руководству выбирать те из них, которые наиболее соответствуют стилю управления, а также сложившейся или формируемой культуре предприятия.

Ключевые слова: цели в области качества, оптимальное управление, фиксированные границы, свободная граница.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-01-00015.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анцев В.Ю., Иноземцев А.Н. Всеобщее управление качеством: учебное пособие. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2005. – 243 с.
2. Козловский В.Н. Производственная система как источник развития / В.Н. Козловский, Д.И. Благовещенский, Д.И. Панюков, Д.В. Айдаров // Стандарты и качество. – 2021. – №6. – С. 92–97.
3. Ковригин Е.А. Об оценке результативности системы менеджмента качества / Е.А. Ковригин, В.А. Васильев // Компетентность. – 2020. – №7. – С. 37–41.
4. Ильина М.Е. Определение целей в области качества в субъектно-ориентированной системе менеджмента качества / М.Е. Ильина // Управление качеством в образовании и промышленности: сборник статей Всероссийской научно-технической конференции. – Севастополь: ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», 2018. – С. 87–93.
5. Васильева М.А. Методический подход к оценке результативности и эффективности системы менеджмента качества / М.А. Васильева, Т.Е. Иванова // Техника и технологии: проблемы и инновационные решения: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Пенза: Издательство «Наука и Просвещение», 2016. – С. 68–75.
6. Ивахненко А.Г. Модель управления качеством продукции и деятельности предприятия в пространстве состояний / А.Г. Ивахненко, О.В. Аникеева, М.Л. Сторублев // Автоматизация в промышленности. – 2019. – № 8. – С. 36–38.
7. Ивахненко А.Г. Взаимодействие подсистем предприятий при целевом управлении качеством продукции / А.Г. Ивахненко, О.В. Аникеева // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2020. – № 11 (96). – С. 44–51. DOI: <https://doi.org/10.30987/1999-8775-2020-11-44-51>
8. Ивахненко А.Г. Целеполагание в области качества промышленных предприятий при поиске оптимальных решений на основе классического квадратичного функционала / А.Г. Ивахненко, О.В. Аникеева // Управление качеством в образовании и промышленности: сборник статей Всероссийской научно-технической конференции. – Севастополь: ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», 2021. – С. 26–31.
9. Александров А.Г., Артемьев В.М., Афанасьев В.Н. и др. Справочник по теории автоматического управления // Под ред. А.А. Красовского. – М.: Наука, 1987. – 711 с.
10. Флеминг У., Ришел Р. Оптимальное управление детерминированными и стохастическими системами. – М.: Мир, 1978. – 320 с.
11. Максимова Н.А. Разработка методов и моделей принятия оптимальных управленческих решений для обеспечения организационной устойчивости предприятий текстильной и легкой промышленности на базе совершенствования организации складского хозяйства: дисс. ... канд. техн. наук: 05.02.22. Санкт-Петербург. – 2019. – 154 с.

Ивахненко Александр Геннадьевич
ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск
Д-р. техн. наук, профессор, профессор кафедры МТиО
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94
Тел. 8-960-676-15-90
E-mail: ivakhnenko2002@mail.ru

Аникеева Олеся Владимировна
ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск
Канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ДиИМ
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94
Тел. 8-952-496-46-18
E-mail: olesya-anikeeva@yandex.ru

A.G. IVAKHNENKO, O.V. ANIKEEVA

SOME PROBLEMS OF OPTIMAL MANAGEMENT OF PURPOSEFUL ACTIVITY OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE IN THE FIELD OF QUALITY

Abstract. A model of dynamics for targeted quality management is presented. A feature of the very formulation of the optimization problem associated with the definition of boundary conditions is revealed. An integral optimality criterion is proposed, which includes taking into account the costs associated with deviations of each quality goal during the planned time period and the costs associated with the implementation of control actions to achieve the set goals. The results of modeling when solving a problem with fixed boundaries and a free boundary on the example of an industrial enterprise are presented. The features of solutions to these problems are revealed, taking into account the nature of changes in the quality goals themselves and control actions. The comparison of these solutions with target management

with step-by-step control action is given, which allows the management to choose those that most correspond to the management style, as well as the existing or emerging culture of the enterprise.

Keywords: *quality management purposes, optimal management, fixed boundaries, free boundary.*

BIBLIOGRAPHY

1. Ancev V.YU., Inozemcev A.N. Vseobshchee upravlenie kachestvom: uchebnoe posobie. – Tula: Izd-vo TulGU, 2005. – 243 s.
2. Kozlovskij V.N. Proizvodstvennaya sistema kak istochnik razvitiya / V.N. Kozlovskij, D.I. Blagoveshchenskij, D.I. Panyukov, D.V. Ajdarov // Standarty i kachestvo. – 2021. – №6. – S. 92–97.
3. Kovrigin E.A. Ob ocenke rezultativnosti sistemy menedzhmenta kachestva / E.A. Kovrigin, V.A. Vasilev // Kompetentnost. – 2020. – №7. – S. 37–41.
4. Iina M.E. Opredelenie celej v oblasti kachestva v subektno-orientirovannoj sisteme menedzhmenta kachestva / M.E. Iina // Upravlenie kachestvom v obrazovanii i promyshlennosti: sbornik statej Vserossijskoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii. – Sevastopol: FGAOU VO «Sevastopolskij gosudarstvennyj universitet», 2018. – S. 87–93.
5. Vasileva M.A. Metodicheskij podhod k ocenke rezultativnosti i effektivnosti sistemy menedzhmenta kachestva / M.A. Vasileva, T.E. Ivanova // Tekhnika i tekhnologii: problemy i innovacionnye resheniya: sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Penza: Izdatelstvo «Nauka i Prosveshchenie», 2016. – S. 68–75.
6. Ivakhnenko A.G. Model upravleniya kachestvom produkcii i deyatelnosti predpriyatiya v prostranstve sostoyanij / A.G. Ivakhnenko, O.V. Anikeeva, M.L. Storublev // Avtomatizaciya v promyshlennosti. – 2019. – № 8. – S. 36–38.
7. Ivakhnenko A.G. Vzaimodejstvie podsystem predpriyatij pri celevom upravlenii kachestvom produkcii / A.G. Ivakhnenko, O.V. Anikeeva // Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2020. – № 11 (96). – S. 44–51. DOI: <https://doi.org/10.30987/1999-8775-2020-11-44-51>
8. Ivakhnenko A.G. Celepolaganie v oblasti kachestva promyshlennyh predpriyatij pri poiske optimalnyh reshenij na osnove klassicheskogo kvadraticnogo funkcionala / A.G. Ivakhnenko, O.V. Anikeeva // Upravlenie kachestvom v obrazovanii i promyshlennosti: sbornik statej Vserossijskoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii. – Sevastopol: FGAOU VO «Sevastopolskij gosudarstvennyj universitet», 2021. – S. 26–31.
9. Aleksandrov A.G., Artemev V.M., Afanasev V.N. i dr. Spravochnik po teorii avtomaticheskogo upravleniya // Pod red. A.A. Krasovskogo. – M.: Nauka, 1987. – 711 s.
10. Fleming U., Rishel R. Optimalnoe upravlenie determinirovannymi i stohasticheskimi sistemami. – M.: Mir, 1978. – 320 s.
11. Maksimova N.A. Razrabotka metodov i modelej prinyatiya optimalnyh upravlencheskih reshenij dlya obespecheniya organizacionnoj ustojchivosti predpriyatij tekstilnoj i legkoj promyshlennosti na baze sovershenstvovaniya organizacii skladского hozyajstva: diss. ... kand. tekhn. nauk: 05.02.22. – Sankt-Peterburg, 2019. – 154 s.

Ivakhnenko Alexander Gennadievich

Southwest State University

Doctor of Sciences Engineering, Professor, Professor of the department ET&E

305040, Kursk, 50 Let Oktyabrya Street, 94

Tel. 8-960-676-15-90

E-mail: ivakhnenko2002@mail.ru

Anikeeva Olesya Vladimirovna

Southwest State University

Candidate of Science Engineering, Associate Professor, Associate Professor of the department D&FI

305040, Kursk, 50 Let Oktyabrya Street, 94

Tel. 8-952-496-46-18

E-mail: olesya-anikeeva@yandex.ru

УДК 62–1–9

DOI: 10.33979/2073-7408-2021-350-6-127-135

Н.В. ДАВЫДОВА, Ю.Н. ИВАНОВ, Ю.А. РЕМИЗОВ, В.О. ИВАНОВ

МЕТОДИКА И МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ НОМЕНКЛАТУРЫ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ, СЕТЕЙ И КОМПЛЕКСОВ СВЯЗИ

Аннотация. *В статье представлен методический подход к решению задачи определения номенклатуры и состава средств измерений для осуществления метрологического обеспечения современных цифровых систем, сетей и комплексов связи. Предложена функциональная модель выбора средств измерений, сформированы частные критерии выбора и получено выражение для определения обобщенного показателя эффективности средства измерений, по значениям которого можно ранжировать средства измерения и соответственно формировать рациональную номенклатуру.*

Ключевые слова: *методика, рациональная номенклатура, средства измерений, метрологическое обеспечение, цифровые системы, сети и комплексы связи.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 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 [Текст] // Под ред. М.М. Птичникова. – М.: Горячая линия–Телеком, 2014. – 552 с.:ил
- 2 Давыдова, Н.В. Методика определения потребности подразделений ведомственных органов, эксплуатирующих современные системы, сети и комплексы связи в средствах измерений [Текст] / Н.В. Давыдова, А.Г. Дубровин, А.Л. Гудиков // Материалы V межвузовской научно–практической конференции на тему: «Проблемы технического обеспечения войск в современных условиях», – Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного, г. Санкт–Петербург, 2020 – С. 21
- 3 Карганов В.В. Показатель оценки эффективности систем связи и их элементов [Текст] / В.В. Карганов, А.Г. Расчесова, В.А. Кудряшов // Телекоммуникационные системы и компьютерные сети – 2016. – №1(236) – С.7–14.
- 4 Карпов, М.А. Многоканальные волоконно–оптические телекоммуникационные системы [Текст]/ М.А. Карпов, М.М. Аболазм, В.Г. Зимин, Е.В. Егорова, О.Ю. Мамаева, А.Ю. Цуников // Успехи современной радиоэлектроники. –2014. –№1. – С.55–59.
- 5 Субботин Е.А. Методы и средства измерения параметров оптических телекоммуникационных систем [Текст] // Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия–Телеком, 2014. – 224 с:ил.
- 6 Воробьев С.П., Хейстонен П. Эффективность жизненного цикла инфокоммуникационных сетей [Текст] // Инфокоммуникационные технологии. 2009. Вып.1
- 7 Селецкая, А. С. Моделирование бизнес–процессов: подходы, методы, этапы // Молодой учёный. – 2018. – №9 (195) с.95–96 [Электронный ресурс] / URL: [https://moluch.ru/ archive/195/48573/](https://moluch.ru/archive/195/48573/) дата обращения: 29.09.2021)
- 8 Пирмагомедов Р.Я. О повышении эффективности процесса обслуживания сетей связи // Современные научные исследования и инновации. 2013. № 10 [Электронный ресурс] / URL: <http://web.snauka.ru/issues/2013/10/28072> (Дата обращения: 04.09.2021).
- 9 Климантович А.А. Методика выбора средств измерений из числа альтернативных на основе количественных критериев качества [Текст] // Качество. Инновации. Образование. Москва – 2012. – №9. – С.72–75
- 10 Карцев, Е.А., Климантович А.А., Юрин А.И. Методика выбора оптимального средства измерений из числа альтернативных [Текст]/ Е.А. Карцев, А.А. Климантович, А.И. Юрин // Датчики и Системы. Москва. – 2013. – №5. – С.24–29.

Давыдова Надежда Владимировна
Академия ФСО России
Кандидат технических наук,
сотрудник,
302034, г.Орел, ул. Приборостроительная, 35
Тел. (4862)54–94–69
E–mail: k23@academ.msk.rsnet.ru

Ремизов Юрий Анатольевич
Академия ФСО России
сотрудник,
302034, г.Орел, ул.Приборостроительная, 35
Тел. (4862)54–94–69
E–mail: k23@academ.msk.rsnet.ru

Иванов Юрий Николаевич
Академия ФСО России
Кандидат технических наук, доцент,
сотрудник,
302034, г.Орел, ул.Приборостроительная, 35
Тел. (4862)54–94–69
E–mail: k23@academ.msk.rsnet.ru

Иванов Владислав Олегович
Академия ФСО России
курсант,
302034, г.Орел, ул.Приборостроительная, 35
Тел. (4862)54–94–69
E–mail: k23@academ.msk.rsnet.ru

N.V. DAVYDOVA, Y.N. IVANOV, Y.A. REMIZOV, V.O. IVANOV

METHODOLOGY AND MODEL FOR DETERMINING THE RATIONAL NOMENCLATURE OF MEASURING INSTRUMENTS FOR THE IMPLEMENTATION OF METROLOGICAL SUPPORT OF MODERN DIGITAL SYSTEMS, NETWORKS AND COMMUNICATION COMPLEXES

Abstract. *The article presents a methodological approach to solving the problem of determining the nomenclature and composition of measuring instruments for the implementation of metrological support of modern digital systems, networks and complexes. A functional model of the choice of measuring instruments is proposed, particular selection criteria are formed and an expression is obtained for determining a generalized indicator of the effectiveness of measuring instruments, according to the values of which measuring instruments can be ranked and, accordingly, a rational nomenclature can be formed.*

Keywords: *methodology, rational nomenclature, measuring instruments, metrological support, digital systems, networks and communication complexes.*

BIBLIOGRAPHY

1. Vlasov I.I., Novikov E.V., Ptichnikov M.M., Sladkikh D.V. Technical diagnostics of modern digital communication networks. Basic principles and technical means of measuring transmission parameters for PDH, SDH, IP, Ethernet and ATM networks [Text] // Ed. M.M. Ptichnikov. – M.: Hotline–Telecom, 2014. – 552 p.: il
2. Davydova, N.V. Methodology for determining the needs of departments of departmental bodies operating modern systems, networks and communication complexes in measuring instruments [Text] / N.V. Davydova, A.G. Dubrovin, A.L. Gudikov // Materials of the V inter–university scientific and practical conference on the topic: Problems of technical support of troops in modern conditions, – Military Academy communications named after
3. Karganov V.V. Indicator of evaluation of efficiency of communication systems and their elements [Text] /V.V. Karganov, A.G. Raschesova, V.A. Kudryashov // Telecommunication systems 2016. – № 1 (236) – S.7–14
4. Karpov, M.A. Multichannel fiber–optic telecommunication systems [Text] /M.A. Karpov, M.M. Aboelazm, V.G. Zimin //Successes of modern radio electronics. –2014. –№1. – S.55–59.
5. Subbotin E. A. Methods and means of measuring parameters of optical telecommunication systems. Textbook for universities. – M.: Hot line–Telecom, 2014. – 224 P.
6. Vorobyov S.P., Heistonen P. Life cycle efficiency of infocommunication networks [Text] // Infocommunication technologies. 2009. Issue 1
7. Seletskaya, A. S. Modeling business processes: approaches, methods, stages//Young scientist. – 2018. – № 9 (195) – С.95–96 [Electronic Resource] /URL: <https://moluch.ru/archive/195/48573/> circulation date: 29.09.2021)
8. Pyrmagomedov R.Y. On improving the efficiency of the process of servicing communication networks//Modern scientific research and innovation. 2013. [Electronic Resource] /URL: <http://web.snauka.ru/issues/2013/10/28072> (Case Date: 04.09.2021).
9. Klimantovich A.A. Methodology for selecting measuring instruments from among alternative ones based on quantitative quality criteria [Text] // Quality. Innovation. Education. Moscow – 2012. – №9. – S.72–75
10. Kartsev, E.A., Klimantovich A.A., Yurin A.I. Methodology for choosing the optimal measuring instrument from among the alternative [Text] / E.A. Kartsev, A.A. Klimantovich, A.I. Jurin // Sensors and Systems. Moscow. – 2013. – №5. – S.24–29.

Davydova Nadezhda Vladimirovna
Academy FSO of Russia
Ph.D, Staff,
302034, Orel, Priborostroitel'naya, 35
Ph. (4862)54–94–69
E–mail: k23@academ.msk.rsnet.ru

IvanovYriy Nicolaevich
Academy FSO of Russia
Ph.D, docent,Staff,
302034, Orel, Priborostroitel'naya, 35
Tel. (4862)54–94–69
E–mail: k23@academ.msk.rsnet.ru

Remizov Yuri Anatolyevich
Academy FSO of Russia
Staff,
302034, Orel, ul. Instrument, 35
Tel. (4862)54–94–69
E–mail: k23@academ.msk.rsnet.ru

Ivanov Vladislav Olegovich
Academy FSO of Russia
cadet,
302034, Orel, Priborostroitel'naya, 35
Tel. (4862)54–94–69
E–mail: k23@academ.msk.rsnet.ru

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

УДК 502. 174:697.7

DOI: 10.33979/2073-7408-2021-350-6-136-141

Д.В. БУРКОВ, Е.В. БУРКОВА, А.Р. АБЛАЕВ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЦИРКУЛЯЦИИ ЖИДКОСТИ
В КОЛЛЕКТОРЕ С ГИДРОДИНАМИЧЕСКИМ КОНТУРОМ**

Аннотация. Использование альтернативных источников энергии, как одного из направлений снижения антропогенного влияния на климат Земли. Предложена схема теплового аккумулятора солнечной энергии на основе использования солнечных коллекторов. Проведен математический анализ теплового режима бассейна карьера, представляющий собой тепловой аккумулятор, с использованием метода пространства переменных состояния. Представлена зависимость скорости потока жидкости на входе в трубу коллектора от температуры в аккумуляторе.

Ключевые слова: загрязнение окружающей среды, солнечная энергия, антропогенное воздействие, тепловой аккумулятор, солнечный коллектор.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климатический хаос [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tass.ru/spec/climate>.
2. Буркова Е.В. Создание экологически безопасных энергоэффективных теплогенерирующих объектов при рекультивации карьеров / Е.В. Буркова, Д.В. Бурков // Системы контроля окружающей среды – 2017. – № 8 (28). – С. 110–113.
3. Корн Г. Справочник по математике / Г. Корн, Т. Корн. – М.: Наука, 1978. – 831 с.
4. 139. Биркгоф Г. Гидродинамика / Г. Биркгоф. – М.: Иностранная литература, 1963. – 244 с.
5. Кутателадзе С.С. Справочник по теплопередаче / С.С. Кутателадзе, В.М. Боришанский. – Л.: Госэнергоиздат, 1958. – 414 с.
6. Бекиров Э.А. Алгоритм расчета и анализ естественной циркуляции в солнечном коллекторе / Э.А. Бекиров, Д.В. Каркач // Відновлювана енергетика. – К., 2013. – № 1 – С.21–28.

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

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

Аблаев Алим Рустемович
Севастопольский государственный университет, г. Севастополь
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Энергоустановки морских судов и сооружений»
E-mail: alim_ablaev@mail.ru

D.V. BURKOV, E.V. BURKOVA, A.R. ABLAYEV

RESEARCH OF LIQUID CIRCULATION PROCESSES IN A MANIFOLD WITH A HYDRODYNAMIC CIRCUIT

Abstract. *The use of alternative energy sources as one of the ways to reduce the anthropogenic impact on the Earths climate. A scheme of a thermal accumulator of solar energy based on the use of solar collectors is proposed. A mathematical analysis of the thermal regime of the quarry basin, which is a heat accumulator, is carried out using the method of the space of state variables. The dependence of the fluid flow rate at the inlet to the collector pipe on the temperature in the battery is presented.*

Keywords: *environmental pollution, solar energy, anthropogenic impact, heat accumulator, solar collector.*

BIBLIOGRAPHY

1. Climatic chaos [Electronic resource]. – Access mode: <https://tass.ru/spec/climate>.
2. Burkova E.V. Creation of environmentally safe energy efficient heat generating facilities during the reclamation of open pits / E.V. Burkova, D.V. Burkov // Environmental Control Systems – 2017. – No. 8 (28). – S. 110–113.
3. Korn G. Handbook of mathematics / G. Korn, T. Korn. – M.: Nauka, 1978.– 831 p.
- 4.19. Birkhoff G. Hydrodynamics / G. Birkhoff. – M.: Foreign Literature, 1963.– 244 p.
5. Kutateladze S.S. Handbook on heat transfer / S.S. Kutateladze, V.M. Borishansky. – L.: Gosenergoizdat, 1958.– 414 p.
6. Bekirov E.A. Algorithm for calculating and analyzing natural circulation in the solar collector / E.A. Bekirov, D.V. Karkach // Vidnovlyuvana energetics. – K., 2013. – No. 1 – P.21–28.

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

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

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

УДК 617.58–77, 681.532.8

DOI: 10.33979/2073-7408-2021-350-6-142-150

П.А. БУГАЁВ, А.М. ПОЛЯКОВ, В.И. ПАХАЛЮК

ПЛАНИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЙ МОДУЛЕЙ АКТИВНОГО ТРАНСФЕМОРАЛЬНОГО ПРОТЕЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННОЙ МОДЕЛИ МИНИМАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ ВРАЩАЮЩИХ МОМЕНТОВ

Аннотация. Известно, что движения конечностей в процессе двигательной активности человека очень стереотипны, что позволяет предполагать, что под воздействием центральной нервной системы реализуются эффекты двигательных синергий Бернштейна. В связи с этим была предложена гипотеза о возможности синтеза так называемых синергетических систем для управления искусственными конечностями с целью устранения проблемы их двигательной избыточности. Один из путей синтеза таких систем основан на использовании экспериментально обоснованных моделей, позволяющих оптимизировать движения элементов конечностей или их искусственных аналогов – протезов. Ранее было показано, что модель минимального рывка (minimum jerk model), модель минимального изменения крутящих моментов (minimum torque change model) и ряд других моделей при граничных условиях, описывающих фиксированное положение в пространстве конечной целевой точки движения, оказываются достаточно эффективными для моделирования биоподобных движений верхних конечностей. Однако такие модели не позволяют учесть возможное изменение положения целевой точки в пространстве в процессе движения. В этой работе мы выполнили оценку результатов планирования движений активно трансформального протеза при нефиксированном расположении в пространстве конечной целевой точки с использованием модифицированной модели наименьшего изменения вращающихся моментов. Использование такой модели может быть эффективным, например, при неожиданном появлении препятствия на пути движения инвалида и его намерении обойти это препятствие. Результаты численных экспериментов свидетельствуют о том, что модифицированная модель наименьшего изменения вращающихся моментов позволяет планировать биоподобные движения нижних конечностей и их искусственных аналогов – протезов.

Ключевые слова: модель минимального изменения вращающихся моментов, модифицированная модель минимального изменения вращающихся моментов, нижняя конечность человека, трансформальный протез, достижимость, планирование движений, пространственная изменчивость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Morasso, P. Spatial control of arm movements // Exp. Brain Research. – 1981, Vol. 42. – P. 223–227.
2. Morasso, P. Three dimensional arm trajectories / P. Morasso // Biological Cybernetics. – 1983, Vo. 48. – P. 187–194.
3. Abend, B. Human arm trajectory formation / W. Abend, E. Bizzi, and P. Morasso // Brain. – 1982, Vol. 105. – P. 331–348.
4. Miall, R.C. The curvature of human arm movements in the absence of visual experience / R.C. Miall, P.N. Haggard // Experimental Brain Research. – 1995, Vol. 103. – P. 421–428.
5. Kolesova, M. Quantitative and qualitative estimations of the manipulator end-effector trajectory planning by synergetic criterion / M. Kolesova, A. Polyakov, M. Kalinin // Facta Universitatis. Series: Mechanics, Automatic Control and Robotics. – 2007, Vol. 6, No 1. – P. 53–70.
6. Flash, T. 1985, The coordination of arm movements; an experimentally confirmed mathematical model / T. Flash, N. Hogan // Journal of Neuroscience. – 1985, Vol. 5. – P. 1688–1703.
7. Rosenbaum, D.A. 1995, Planning reaches by evaluating stored posture/ D.A. Rosenbaum, L.D. Loukopoulos, R.G. Meulenbroek, J. Vaughan, S.E. Engelbrecht // Psychological Review. – 1995, Vol. 102. – P. 28–67.
8. Uno, Y. Formation and control of optimal trajectory in human arm movement – minimum torque-change model / Y. Uno, M. Kawato, R. Suzuki // Biological Cybernetics. – 1989, Vol. 61. – P. 89–101.
9. Matsui, T. A New Optimal Control Model for Reproducing Human Arms Two-Point Reaching Movements: A Modified Minimum Torque Change Model / T. Matsui, M. Honda, N. Nakazawa // Proc. of the 2006 IEEE Int. Conf. on Robotics and Biomimetics. – 2006, 17–20 December, Kunming, China. – P. 1541–1546.
10. Понтрягин, Л.С. Математическое моделирование оптимальных процессов / Л.С. Понтрягин, В.Г. Болтянский, Р.В. Гамкрелидзе, Е.Ф. Мищенко. – 4-е изд. – М: Наука, 1983. – 392 с.
11. Раскин, Д. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем / Д. Раскин. – СПб: Символ-плюс, 2010. – 272 с.
12. Marler, R. A New Discomfort Function for Optimization-Based Posture Prediction / R. Marler, S. Rahmatalla, K. Abdel-Malek // SAE Technical Paper 2005-01-2680, 2005. – 10 p. <https://doi.org/10.4271/2005-01-2680>

Бугаев Павел Александрович
ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет»
канд. техн. наук, доцент кафедры
судовождения и безопасности
мореплавания
ул. Университетская, 33, г.
Севастополь, 299053
Тел.: +7 978 855 61 40
E-mail: pasha_ba@mail.ru

**Поляков Александр
Михайлович**
ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет»
канд. техн. наук, доцент кафедры
«Цифровое проектирование»,
ведущий научный сотрудник
лаборатории «Биомеханика»
ул. Университетская, 33, г.
Севастополь, 299053
Тел.: +7 978 703 88 26
e-mail: a.m.poljakov@sevsu.ru

Пахалюк Владимир Иванович
ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный
университет»,
канд. техн. наук, доцент кафедры
«Цифровое проектирование»,
ведущий научный сотрудник
лаборатории «Биомеханика»
ул. Университетская 33, г.
Севастополь, 299053
Тел. +7 978 764 06 00
E-mail: pahaluk@sevsu.ru

P.A. BUGAYOV, A.M. POLIAKOV, V.I. PAKHALIUK

MOVEMENT PLANNING OF MODULES OF AN ACTIVE TRANSFEMORAL PROSTHESIS USING A MODIFIED MINIMUM TORQUE CHANGE MODEL

Abstract. *It is known that limb movements during human motor activity are very stereotyped, which suggests that the effects of Bernsteins motor synergies are realized under the influence of the central nervous system. In this regard, a hypothesis was proposed about the possibility of synthesizing the so-called synergetic systems for controlling artificial limbs in order to eliminate the problem of their motor redundancy. One of the ways to synthesize such systems is based on the use of experimentally substantiated models that allow optimizing the movements of limb elements or their artificial analogs – prostheses. It was previously shown that the minimum jerk model, the minimum torque change model, and a number of other models, under boundary conditions describing a fixed position in space of the final target point of motion, are quite effective for modeling biosimilar movements of upper limbs. However, such models do not allow taking into account the possible change in the position of the target point in space during the movement. In this work, we evaluated the results of planning the movements of active transfemoral prosthesis at a non-fixed location in the space of the end target point using a modified model of the least change in torques. The use of such a model can be effective, for example, when an obstacle suddenly appears in the path of a disabled person and his intention is to bypass this obstacle. The results of numerical experiments indicate that the modified model of the smallest change in torques makes it possible to plan biosimilar movements of the lower extremities and their artificial analogs – prostheses.*

Keywords: *Minimum torque change model, modified minimum torque change model, human lower limb, transfemoral prosthesis, reaching, movement planning, spatial variability.*

BIBLIOGRAPHY

1. Morasso, P. Spatial control of arm movements // *Exp. Brain Research.* – 1981, Vol. 42. – P. 223–227.
2. Morasso, P. Three dimensional arm trajectories / P. Morasso // *Biological Cybernetics.* – 1983, Vo. 48. – P. 187–194.
3. Abend, B. Human arm trajectory formation / W. Abend, E. Bizzi, and P. Morasso // *Brain.* – 1982, Vol. 105. – P. 331–348.
4. Miall, R.C. The curvature of human arm movements in the absence of visual experience / R.C. Miall, P.N. Haggard // *Experimental Brain Research.* – 1995, Vol. 103. – P. 421–428.
5. Kolesova, M. Quantitative and qualitative estimations of the manipulator end-effector trajectory planning by synergetic criterion / M. Kolesova, A. Polyakov, M. Kalinin // *Facta Universitatis. Series: Mechanics, Automatic Control and Robotics.* – 2007, Vol. 6, No 1. – P. 53–70.
6. Flash, T. 1985, The coordination of arm movements; an experimentally confirmed mathematical model / T. Flash, N. Hogan // *Journal of Neuroscience.* – 1985, Vol. 5. – P. 1688–1703.
7. Rosenbaum, D.A. 1995, Planning reaches by evaluating stored posture/ D.A. Rosenbaum, L.D. Loukopoulos, R.G. Meulenbrok, J. Vaughan, S.E. Engelbrecht // *Psychological Review.* – 1995, Vol. 102. – P. 28–67.
8. Uno, Y. Formation and control of optimal trajectory in human arm movement – minimum torque-change model / Y. Uno, M. Kawato, R. Suzuki // *Biological Cybernetics.* – 1989, Vol. 61. – P. 89–101.
9. Matsui, T. A New Optimal Control Model for Reproducing Human Arms Two-Point Reaching Movements: A Modified Minimum Torque Change Model / T. Matsui, M. Honda, N. Nakazawa // *Proc. of the 2006 IEEE Int. Conf. on Robotics and Biomimetics.* – 2006, 17–20 December, Kunming, China. – P. 1541–1546.
10. Pontryagin, L.S. Matematicheskoye modelirovaniye optimalnykh protsessov / L.S. Pontryagin, V.G. Boltyanskiy, R.V. Gamkrelidze, Ye.F. Mishchenko. – 4-ye izd. – M: Nauka, 1983. – 392 s.
11. Raskin, D. Interfeys: novyye napravleniya v proyektirovani kompyuternykh sistem / D. Raskin. – SPb: Simvol-plyus, 2010. – 272 s.
12. Marler, R. A New Discomfort Function for Optimization-Based Posture Prediction / R. Marler, S. Rahmatalla, K. Abdel-Malek // *SAE Technical Paper 2005-01-2680*, 2005. – 10 p. <https://doi.org/10.4271/2005-01-2680>

Bugayov Pavel Aleksandrovich
FSAEI HE “Sevastopol State University”,
Ph.D., Associate Professor,
Department of Navigation and
Safety of Navigation
Universitetskaya Str. 33, Sevastopol,
299053
Phone: +7 978 855 61 40
E-mail: pasha_ba@mail.ru

Poliakov Aleksandr Mikhailovich
FSAEI HE “Sevastopol State University”,
Ph.D., Associate Professor, Digital
Design Department, Leading
Researcher of the Laboratory
"Biomechanics"
Universitetskaya Str. 33, Sevastopol,
299053
Phone: +7 978 703 88 26
e-mail: a.m.poljakov@sevsu.ru

Pakhaliuk Vladimir Ivanovich
FSAEI HE “Sevastopol State University”,
Ph.D., Associate Professor, Digital
Design Department, Leading
Researcher of the Laboratory
"Biomechanics"
Universitetskaya Str. 33, Sevastopol,
299053
Phone: +7 978 764 06 00
E-mail: pahaluk@sevsu.ru

УДК 004.942

DOI: 10.33979/2073-7408-2021-350-6-150-160

О.В. ЧЕНГАРЬ, В.И. ШЕВЧЕНКО, А.А. МАЛИЦКАЯ, Д.Д. ШЕВЧЕНКО

СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СКЛАДА В ДИСКРЕТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Аннотация. *В статье рассмотрены функции складской подсистемы промышленного производства дискретного типа, описаны графовая и имитационная модели функционирования автоматизированного склада мелкосерийного машиностроительного предприятия. Предложена структура программной реализации*

подсистемы. В результате компьютерного эксперимента проверена адекватность представленных моделей. Предложены варианты возможных экспериментальных исследований системы моделирования для повышения эффективности производственных процессов дискретного производства.

Ключевые слова: гибкая производственная система, автоматизированный склад, кран–штабелер, имитационная модель, графовая модель, система моделирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилов Д.А. Управление производством на базе стандарта MRP II (2–е издание) / Д.А. Гаврилов // СПб.: Питер, 2008. – 416 с.
2. Сеница Л.М. Организация производства / Л.М. Сеница // Учебник для вузов: ИВЦ Минфина – 2008. – 540 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. Маляренко И. Планирование и оптимизация / И. Маляренко // Корпоративные системы. – 2006. – № 27. – С. 29–32.
5. Сачко Н.С. Организация и оперативное управление машиностроительным производством / Н.С. Сачко. – Минск: Новое знание, 2005. – 635 с.
6. Ченгарь О.В. Графоаналитическая модель загрузки гибких производственных модулей автоматизированного технологического участка машиностроительного предприятия / О.В. Ченгарь, Е.О. Савкова // Вестник Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля. Научный журнал. – Луганск, 2011 – № 13(167). – С. 239–245.
7. 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
8. Ramírez Ríos D.G. RFID implementation and simulation–based system dynamics for optimizing warehousing strategies under multiple criteria / Ramírez Ríos D.G., Ramírez Polo L.E., Castro Bolaño L.J., Jimenez Barros M.A., Manotas Romero L.P. / TenthLACCEI Latin American and Caribbean Con–efficient and effective integration and innovative planning. – 2012. – P. 162–171.
9. Hajnal E. Optimization of food logistics by simulation technique / Hajnal E., Kollar G./ Hungarian journal of industrial chemistry Veszprem. – Vol. 33 (1–2). – 2005. – P. 105–111.
10. Ekren Y.B. Simulation based optimization of multi–location transshipment problem with capacitated transportation/ Ekren Y.B., Heragu S.S. / Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference. – 2008. – P. 2632–2638.
11. Queirolo F. Warehouse layout design: minimizing travel time with a genetic and simulative approach – methodology and case study // Queirolo F., Tonelli F., Schenone M., Nan P., Zunino I. / Proceedings 14th European Simulation Symposium. – 2002. – P. 1–5.

Ченгарь Ольга Васильевна

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», базовая кафедра корпоративных информационных систем,
299053, Россия, Севастополь, ул. Университетская, 33
Тел.: +7(8692) 435–173
E–mail: ovchengar@sevsu.ru

Малицкая Александра Александровна

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

Шевченко Виктория Игоревна

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», базовая кафедра корпоративных информационных систем,
299053, Россия, Севастополь, ул. Университетская, 33
Тел.: +7(8692) 435–173
E–mail: vishevchenko@sevsu.ru

Шевченко Дмитрий Дмитриевич

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», кафедра информационных технологий и компьютерных систем,
299053, Россия, Севастополь, ул. Университетская, 33
Тел.: +7(8692) 435–173
E–mail: d.d.shevchenko@gmail.com

O.V. CHENGAR, V.I. SHEVCHENKO, A.A. MALITSKAYA, D.D. SHEVCHENKO

**SYSTEM FOR SIMULATING THE OPERATION OF AN
AUTOMATED WAREHOUSE IN DISCRETE PRODUCTION**

Abstract. *The article discusses the functions of the warehouse subsystem of industrial production of a discrete type, describes the graph and simulation models of the functioning of an automated warehouse of a small-scale machine-building enterprise. The structure of the software implementation of the subsystem is proposed. As a result of a computer experiment, the adequacy of the presented models was verified. Variants of possible experimental studies of the modeling system to improve the efficiency of discrete production processes are proposed.*

Keyword. *flexible production system, automated warehouse, stacker crane, simulation model, graph model, simulation system*

BIBLIOGRAPHY

1. Gavrilov D.A. Production management based on the MRP II standard (2nd edition) / D.A. Gavrilov // SPb.: Peter, 2008.– 416 p.
2. Sinita L.M. Organization of production / L.M. Tit // Textbook for universities: ITC of the Ministry of Finance – 2008.– 540 p.
3. Chengar O.V. Analysis of methods, models, algorithms for operational planning of the production site / O.V. Chengar, Yu.A. Skobtsov, A.I. Sekirin // Scientific works of Donetsk National Technical University. Series: "Computers and Automation" – Donetsk, 2010 – Issue 18 (169) – P. 133–140.
4. Malyarenko I. Planning and optimization / I. Malyarenko // Corporate systems. – 2006. – No. 27. – S. 29–32.
5. Sachko N.S. Organization and operational management of machine-building production / N.S. Sachko. – Minsk: New knowledge, 2005 – 635 p.
6. Chengar O.V. Graphic-analytical model of loading flexible production modules of an automated technological section of a machine-building enterprise / O.V. Chengar, E.O. Savkova // Bulletin of the Volodymyr Dahl East Ukrainian National University. Science Magazine. – Lugansk, 2011 – No. 13 (167). – S. 239–245.
7. Chengar O.V. Simulation algorithm for modeling organizational and technological processes in a flexible production system / O.V. Chengar // News of the Southern Federal University. Technical sciences Publishing house: Technological Institute of the Federal State Educational Institution of Higher Professional Education "Southern Federal University", Taganrog, 2013 – No. 4. P.128–134
8. Ramírez Ríos D.G. RFID implementation and simulation-based system dynamics for optimizing warehousing strategies under multiple criteria / Ramírez Ríos D.G., Ramírez Polo L.E., Castro Bolaño L.J., Jimenez Barros M.A., Manotas Romero L.P. / TenthLACCEI Latin American and Caribbean Con-efficient and effective integration and innovative planning. – 2012. – P. 162–171.
9. Hajnal E. Optimization of food logistics by simulation technique / Hajnal E., Kollar G./ Hungarian journal of industrial chemistry Veszprem. – Vol. 33 (1–2). – 2005. – P. 105–111.
10. Ekren Y.B. Simulation based optimization of multi-location transshipment problem with capacitated transportation/ Ekren Y.B., Heragu S.S. / Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference. – 2008. – P. 2632–2638.
11. Queirolo F. Warehouse layout design: minimizing travel time with a genetic and simulative approach – methodology and case study // Queirolo F., Tonelli F., Schenone M., Nan P., Zunino I. / Proceedings 14th European Simulation Symposium. – 2002. – P. 1–5.

Chengar Olga Vasilyevna

Sevastopol State University, Department of Corporate Information Systems,
299053, Russia, Sevastopol, University str., 33
Ph.: +7(8692) 435–173
E-mail: ovchengar@sevsu.ru

Shevchenko Viktoriya Igorevna

Sevastopol State University, Department of Corporate Information Systems,
299053, Russia, Sevastopol, University str., 33
Ph.: +7(8692) 435–173
E-mail: vishevchenko@sevsu.ru

Malitskaya Aleksandra Aleksandrovna

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

Shevchenko Dmitriy Dmitriyevich

Sevastopol State University, Department of Information Technology and computer systems,
299053, Russia, Sevastopol, University str., 33
Ph.: +7(8692) 435–173
E-mail: d.d.shevchenko@gmail.com

УДК 621.74.04

DOI: 10.33979/2073-7408-2021-350-6-161-166

А.Б. СЕМЕНОВ

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ТВЕРДОЖИДКОГО МЕТАЛЛА В РОССИИ

Аннотация. *Как альтернатива методам традиционной технологии, в конце столетия стремительно совершенствуются методы порошковой и гранульной металлургии, осуществляется гранулирование и сфероидизация частиц твердой фазы “in-situ” на стадии подготовки сплава, предваряющей стадию литья, а на этой основе происходит рождение и развитие нового поколения технологий, получивших название Thixo–*

(casting, molding, forming) и PowderInjectionMolding (PIM (MIM, CIM)), технологий. Все вместе перечисленные технологии объединены термином Semi-Solid Processing (SSP), а в обозначениях сплавов, подготовленных для переработки в твердожидком состоянии, появились обязательные кодовые приставки Semi-Solid Metal (SSM) и MetalInjectionMolding (MIM).

Ключевые слова: эффект тиксотропии, переработка сплавов в твердожидком состоянии (SSP), литье под давлением, порошковая и гранулярная металлургия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. P. Kapranos, Current state of Semi-solid Net-Shape Die Casting, / *Metals* 2019, 9, pp. 1031–1044.
2. Дибров И.А. Импортзамещение алюминиевого литья // *Литейщик России*. 2018, № 12. – С. 9–17.
3. Kazakov A.A. Alloys composition for semisolid forming / *Advanced Materials and Processing*, V. March 2000, pp. 31–34.
4. Казаков А.А., Казакова Е.И., Геллер Г.В. Оценка качества микроструктуры тиксотропных материалов // *Цветные металлы*. 2007, № 10 С. 110–118; № 12 С. 85–90.
5. Y.Q. Liu and Z. Fan Application of thermodynamic calculation to the aluminium alloy design for Semi-solid metal processing // *Materials Science Forum Vols. 396–402*. (2002) pp. 717–722.
6. Семенов А.Б., Семенов Б.И. Современные требования и возможности подготовки структуры специализированных заготовок из Al-сплавов, пригодных для переработки Thixo- и MIM методами // *Литейщик России*. 2019, № 1. – С. 25–40.
7. Семенов Б.И. Производство изделий из металла в твердожидком состоянии. Новые промышленные технологии: учеб. пособие / Б.И. Семенов, К.М. Куштаров. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. – 223 с.
8. Семенов А.Б., Гавриленко А.Э., Семёнов Б.И. Литейные технологии нового поколения, их освоение и развитие в России. Ч. 1. У истоков новой технологической парадигмы // *Технология металлов*. 2016. – №4. – С. 13–25.
9. Каблов Е.Н., Евгенов А.Г., Оспенникова О.Г., Семенов Б.И., Семенов А.Б., Королев В.А. Металлопорошковые композиции жаропрочного сплава ЭП648 производства ФГУП «ВИАМ» в технологиях селективного лазерного сплавления, лазерной газопорошковой наплавки и высокоточного металлопорошкового литья // *Известия вузов. Машиностроение*. 2016, №9, С.62–80.
10. Proceedings of the 15th International Conference on Semi-Solid of Alloys and Composites XV (S2P 2018), October 22–24, 2018, Shenzhen, China. <https://www.scientific.net/SSP.285/book>.
11. A.B. Semenov, ThanhBinh Ngo and B.I. Semenov. Thixoforming of Hypereutectic AlSi12Cu2NiMg Automotive Pistons, *Solid State Phenomena*, Vol. 285, pp. 446–452, 2019. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/SSP.285>.

Семенов Алексей Борисович

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Литейные технологии»
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., 5, стр.1
Тел.: +7 (495) 542–35–96
E-mail: semenov.ab@bk.ru

A.B. SEMENOV

PROBLEMS OF THE DEVELOPMENT OF SOLID-LIQUID METAL PRESSURE CASTING IN RUSSIA

Abstract. *The methods of powder and granular metallurgy are rapidly improving, granulation and spheroidization of solid phase particles is carried out “in-situ” at the stage of alloy preparation, which precedes the casting stage, and on this basis, a new generation of technologies is born and developed, dubbed Thixo – (casting, molding, forming) and PowderInjectionMolding (PIM (MIM, CIM)) technologies. All of the above technologies are united by the term Semi-Solid Processing (SSP), and the mandatory code prefixes Semi-Solid Metal (SSM) and MetalInjectionMolding (MIM) have appeared in the designations of alloys prepared for processing in a solid-liquid state.*

Keywords: *thixotropy effect, solid liquid alloy processing (SSP), injection molding, powder and granular metallurgy.*

BIBLIOGRAPHY

1. P. Kapranos, CurrentstateofSemi-solidNet-ShapeDieCasting, / *Metals*2019, 9, pp. 1031–1044.
2. Dibrov I.A. Importozameshchenie alyuminievogo litya // *Litejshchik Rossii*. 2018, № 12. – С. 9–17.
3. Kazakov A.A. Alloys composition for semisolid forming / *Advanced Materials and Processing*, V. March 2000, pp. 31–34.
4. Kazakov A.A., Kazakova E.I., Geller G.V. Ocenka kachestva mikrostruktury tixotropnyh materialov // *Cvetnye metallu*. 2007, № 10 S. 110–118; № 12 S. 85–90.
5. Y.Q. Liu and Z. Fan Application of thermodynamic calculation to the aluminium alloy design for Semi-solid metal processing // *Materials Science Forum Vols. 396–402*. (2002) pp. 717–722.

6. Semenov A.B., Semenov B.I. Sovremennye trebovaniya i vozmozhnosti podgotovki struktury specializirovannykh zagotovok iz Al–splavov, prigodnyh dlya pererabotki Thixo– i MIM metodami // Litejshchik Rossii. 2019, № 1. – S. 25–40.

7. Semenov B.I. Proizvodstvo izdelij iz metalla v tverdozhidkom sostoyanii. Novye promyshlennye tekhnologii: ucheb. posobie / B.I. Semenov, K.M. Kushtarov. – M.: Izd-vo MG TU im. N.E. Baumana, 2010. – 223 s. il.

8. Semenov A.B., Gavrilenko A.E., Semyonov B.I. Litejnye tekhnologii novogo pokoleniya, ih osvoenie i razvitie v Rossii. CH. 1. U istokov novoj tekhnologicheskoy paradigmy // Tekhnologiya metallov. 2016. – №4. – S. 13–25.

9. Kablov E.N., Evgenov A.G., Ospennikova O.G., Semenov B.I., Semenov A.B., Korolev V.A. Metalloporoshkovye kompozicii zharoprochnogo splava EP648 proizvodstva FGUP «VIAM» v tekhnologiyah selektivnogo lazernogo splavlenniya, lazernoj gazoporoshkovoj naplavki i vysokotochnogo metalloporoshkovogo litya // Izvestiya vuzov. Mashinostroenie. 2016, №9, С.62–80.

10. Proceedings of the 15th International Conference on Semi–Solid of Alloys and Composites XV (S2P 2018), October 22–24, 2018, Shenzhen, China. <https://www.scientific.net/SSP.285/book>.

11. A.B. Semenov, ThanhBinh Ngo and B.I. Semenov. Thixoforming of Hypereutectic AlSi12Cu2NiMg Automotive Pistons, Solid State Phenomena, Vol. 285, pp. 446–452, 2019. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/SSP.285>.

Semenov Alexey Borisovich

Bauman Moscow State Technical University

Candidate of Tech. Science, Docent of Department «Casting Technology»

105005, Moscow, 2–ya Baumanskaya, 5

Tel.: +7 (495) 542–35–96

E–mail: semenov.ab@bk.ru

УДК 502.174:697.7

DOI: 10.33979/2073-7408-2021-350-6-167-171

Е.В. БУРКОВА, О.И. ГОРБАТЫХ, Д.В. БУРКОВ

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ КАСКАДНЫХ ГЕЛИОУСТАНОВОК ДЛЯ СЕЗОННОГО ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Аннотация. В работе рассматривается возможность разработки каскадных сезонных гелиоустановок для горячего водоснабжения. Предложена схема таких установок и методы оценки КПД каждого каскада и гелиоустановки в целом.

Ключевые слова: солнечная энергия, гелиоустановка, солнечный коллектор, горячее водоснабжение, каскадные системы гелиоустановок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гершкович В. Солнечные установки горячего водоснабжения / В.Гершкович // Возобновляемая энергетика. – 2008. – №1. – С. 11 – 24.

2. Авезов Р.Р. Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения / Р.Р. Авезов, А.Ю.Орлов. – Ташкент. – 1988г.– 288с.

3. Установки солнечного горячего водоснабжения. Нормы проектирования. ВСН 52–86. – М.: Стройиздат, 1988. – 13 с.

4. Даффи Дж.А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии / Дж.А. Даффи, У.А. Бекман; под ред. Вишнякова В. – М.: Мир, 1977. – 420 с.

5. Харченко Н.В. Индивидуальные солнечные установки / Н. В.Харченко – Москва: Энергоатомиздат, 1991г.– 208с.

6. Солнечная энергетика в Крыму: методическое пособие для специалистов и всех интересующихся проблемами использования солнечной энергии / под редакцией В.А. Бокова, В.У. Стоянова. – Киев–Симферополь, 2008. – 201 с.

Буркова Елена Викторовна

Севастопольский

государственный университет, г.

Севастополь

Кандидат технических наук,

доцент кафедры «Техносферная

безопасность»

E–mail: lens1@mail.ru

Горбатов Ольга Игоревна

E–mail:

olga.gorbatykh.ukr12@gmail.com

Бурков Дмитрий Валериевич

Севастопольский

государственный университет, г.

Севастополь

Кандидат технических наук,

доцент кафедры

«Энергоустановки морских судов
и сооружений»

E–mail: dv.burkov@mail.ru

E.V. BURKOVA, O.I. GORBATYKH, D.V. BURKOV

CREATION PRINCIPLES OF CASCADING SEASONAL SOLAR STATIONS FOR HOT-WATER SUPPLY

Abstract. *In the paper the development capability of cascading seasonal solar stations for hot-water supply is concerned. The scheme of such stations and estimate methods of efficiency for every cascade and for solar station in general are suggested.*

Keywords: *solar station, solar collector, hot-water supply, modeling, efficiency, cascade, insulation.*

BIBLIOGRAPHY

1. Gershkovich V. Solar installations of hot water supply / V. Gershkovich // Renewable energy. – 2008. – No. 1. – p. 11–24.
2. Avezov R. R. Solar systems of heating and hot water supply / R. R. Avezov, A. Yu. Orlov. – Tashkent. – 1988g. – 288s.
3. Installations of solar hot water supply. Design standards. VSN 52–86. – Moscow: Stroyizdat, 1988. – 13 p.
4. Duffy J. A. Thermal processes using solar energy / J. A. Duffy, W. A. Beckman; ed. Vishnyakova V.–M.: Mir, 1977 – 420 p.
5. Kharchenko N. V. Individual solar installations / N.V. Kharchenko–Moscow: Energoatomizdat, 1991–208s.
6. Solar energy in the Crimea: a methodological guide for specialists and all those interested in the problems of using solar energy / edited by V. A. Boko–va, V. U. Stoyanov. – Kiev–Simferopol, 2008. – 201 p.

Burkova Elena Viktorovna
Sevastopol State University,
Sevastopol
Ph.D., associate professor of the
Department «Technosphere safety»
E-mail: lenal1@mail.ru

Gorbatykh Olga Igorevna
E-mail:
olga.gorbatykh.ukr12@gmail.com

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

УДК 621.22

DOI: 10.33979/2073-7408-2021-350-6-172-185

В.П. ПОЛИВЦЕВ, А.Н. КРУГОВОЙ, М.И. КАЛИНИН, В.В. ПОЛИВЦЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЖИДКОСТНОГО ДЫХАНИЯ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ АЗОТА ИЗ ОРГАНИЗМА БИООБЪЕКТА ПОСРЕДСТВОМ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Аннотация. *Предлагаются исследования технологии жидкостного дыхания для процесса удаления азота из организма биологических объектов перед декомпрессией. Изучаются безопасные режимы декомпрессии. Разработан и испытан газожидкостный аппарат искусственной вентиляции легких. Приведены основные характеристики барокамеры, обеспечивающей дыхание биообъекта под избыточным повышенным давлением воздуха и быстрый сброс давления до атмосферного давления. Приведены результаты медицинских исследований биообъекта по таким основным параметрам как ЭКГ, ультразвукового, рентгенологического и других инструментальных методов исследований.*

Ключевые слова: *азот, воздух, избыточное давление, жидкостное дыхание, дыхательная жидкость, декомпрессия.*

Исследования были проведены по гранту СевГУ идентификатор 26/06–31, 2021.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мороз, В.В. Жидкостная вентиляция легких, ее возможности и перспективы (современное состояние вопроса) / В.В. Мороз, А.В. Власенко, И.О. Закс // Анестезиология и реаниматология. – 2001. – №6. – С. 66–73.
2. Мороз, В.В. Эндотрахеальное применение перфторана в условиях ИВЛ у больных с острым респираторным дистресс-синдромом / В.В. Мороз, Д.А. Остапченко, А.В. Власенко, П.Ю. Осипов, Л.В. Герасимов // Общая реаниматология. – 2005. – С. 5–11.
3. Попцов, В.Н. Первый клинический опыт использования частичной жидкостной вентиляции на основе эндобронхиального введения перфторана в комплексной терапии респираторного дистресс-синдрома / В.Н. Попцов, А.Е. Баландюк // Биомедицинский журнал Medline.ru. – 2004. – Т.5. – С. 173–174.
4. Sarkar, S. Liquid ventilation / S. Sarkar, A. Paswan, S. Prakas // Anesth Essays Res. – 2014. – Vol.8, №3. – P. 277–282.

5. Мороз, В.В. Жидкостная вентиляция легких, ее возможности и перспективы (современное состояние вопроса) / В.В. Мороз, А.В. Власенко, И.О. Закс // Анестезиология и реаниматология. – 2001. – №6. – С. 66–73.
6. Мороз, В.В. Эндотрахеальное применение перфторана в условиях ИВЛ у больных с острым респираторным дистресс-синдромом / В.В. Мороз, Д.А. Остапченко, А.В. Власенко, П.Ю. Осипов, Л.В. Герасимов // Общая реаниматология. – 2005. – С. 5–11.
7. Попцов, В.Н. Первый клинический опыт использования частичной жидкостной вентиляции на основе эндобронхиального введения перфторана в комплексной терапии респираторного дистресс-синдрома / В.Н. Попцов, А.Е. Баландюк // Биомедицинский журнал Medline.ru. – 2004. – Т.5. – С. 173–174.
8. Sarkar, S. Liquid ventilation / S. Sarkar, A. Paswan, S. Prakas // Anesth Essays Res. – 2014. – Vol.8, №3. – P. 277–282.
9. Корепанов А.Л. Жидкостное дыхание. Частичная жидкостная вентиляция легких. // Вестник физиотерапии и курортологии. – 2018. – Т.24, №2. – С. 62–70.
10. Корепанов А.Л., Шуневич О.Б., Василенко И.Ю. Жидкостное дыхание. Тотальная жидкостная вентиляция легких. // Вестник физиотерапии и курортологии. – 2018. – Т. 24, №4. – С. 86–94.
11. П. Мишо, Р. Тиссье, М. Надо, М. Кольхауэр, Дж. Вандамм, Дж. Муссо, Жидкостная вентиляция легких и метод индукции приливной жидкостной вентиляции и / или гипертермии, Канада, L80011814WO, 12 апреля 2019 г.
12. Патент на полезную модель Российской Федерации, RU 203 4446 U1 МПК А61Н 31/02, А61М 16/00. Модуль жидкостного дыхания в условиях гипербарии для модельного биообъекта / Пашков Е.В., Поливцев В.П., Манчук Д.И., Поливцев В.В.; заявитель и патентообладатель Фонд перспективных исследований. №2020130505; заявл. 16.09.2020; опубл. 06.04.2021 Бюл. №10.
13. Патент на полезную модель RU 202 283 U1 МПК А61М 16/00, А61G 10/02. Установка для жидкостного дыхания / Пашков Е.В., Поливцев В.П., Калинин М.И., Поливцев В.В.; заявитель и патентообладатель Фонд перспективных исследований. №2020130508; заявл. 16.09.2020; опубл. 10.02.2021 Бюл. №4.
14. Патент на полезную модель RU 201 202 U1 МПК F16J 13/00. Быстродействующий мембранно-плунжерный затвор для камер гипербарических установок жидкостного дыхания / Пашков Е.В., Поливцев В.П., Коваленко А.В., Балакин А.И.; заявитель и патентообладатель Фонд перспективных исследований. №2020127187; заявл. 13.08.2020; опубл. 02.13.2020 Бюл. №34.

Калинин Михаил Иванович
 ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет, г. Севастополь
 Кандидат технических наук, руководитель группы НИЛ «ЭСЖБО»
 99053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33
 Тел. +7(978) 755–10–83
 E-mail: kalinin2710@yandex.ru

Круговой Александр Николаевич
 ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет, г. Севастополь
 Кандидат технических наук, доцент кафедры «ПСАТП»
 99053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33
 Тел. +7(978) 028–72–43
 E-mail: atpp_krugovoi@mail.ru

Поливцев Виктор Петрович
 ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет, г. Севастополь
 Кандидат технических наук, заведующий НИЛ «ЭСЖБО»
 99053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33
 Тел. +7(978) 861–50–57
 E-mail: polivcev.viktor@yandex.ru

Поливцев Владимир Викторович
 ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет, г. Севастополь
 Руководитель группы НИЛ «ЭСЖБО»
 99053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33
 Тел. +7(978) 745–20–25
 E-mail: vovapolivcev@yandex.ru

V.P. POLIVTSEV, A.N. KRUGOVOY, M.I. KALININ, V.V. POLIVTSEV

RESEARCH OF LIQUID BREATHING TECHNOLOGY FOR REMOVING NITROGEN FROM THE BIO-OBJECT BY MEASURING INFORMATION SYSTEM

Abstract. *Investigations of the technology of liquid respiration for the process of removing nitrogen from the body of biological objects before decompression are proposed. Safe decompression modes are being explored. A gas-liquid artificial lung ventilation apparatus has been developed and tested. The main characteristics of a pressure chamber are given, which provides respiration of a biological object under excessive increased air pressure and a rapid release of pressure to atmospheric pressure. The results of medical research of a biological object on such basic parameters as ECG, ultrasound, X-ray and other instrumental research methods are presented.*

Keywords: *nitrogen, air, excess pressure, liquid breathing, respiratory fluid, decompression.*

BIBLIOGRAPHY

1. Moroz, V.V. Liquid ventilation of the lungs, its capabilities and prospects (current state of the art) / V.V. Moroz, A.V. Vlasenko, I.O. Zachs // Anesthesiology and Reanimatology. – 2001. – №6. – P. 66–73.
2. Moroz, V.V. Endotracheal use of perfluorane under mechanical ventilation in patients with acute respiratory distress syndrome / V.V. Moroz, D.A. Ostapchenko, A.V. Vlasenko, P. Yu. Osipov, L.V. Gerasimov // General Reanimatology. – 2005. – P. 5–11.
3. Poptsov, V.N. The first clinical experience of using partial liquid ventilation based on endobronchial perfluorane administration in the complex therapy of respiratory distress syndrome / V.N. Poptsov, A.E. Balandyuk // Biomedical journal Medline.ru. – 2004. – Vol.5. – P. 173–174.
4. Sarkar, S. Liquid ventilation / S. Sarkar, A. Paswan, S. Prakas // Anesth Essays Res. – 2014. – Vol.8, №3. – P. 277–282.
5. Moroz, V.V. Liquid ventilation of the lungs, its capabilities and prospects (current state of the art) / V.V. Moroz, A.V. Vlasenko, I.O. Zachs // Anesthesiology and Reanimatology. – 2001. – №6. – P. 66–73.
6. Moroz, V.V. Endotracheal use of perfluorane under mechanical ventilation in patients with acute respiratory distress syndrome / V.V. Moroz, D.A. Ostapchenko, A.V. Vlasenko, P. Yu. Osipov, L.V. Gerasimov // General Reanimatology. – 2005. – P. 5–11.
7. Poptsov, V.N. The first clinical experience of using partial liquid ventilation based on endobronchial perfluorane administration in the complex therapy of respiratory distress syndrome / V.N. Poptsov, A.E. Balandyuk // Biomedical journal Medline.ru. – 2004. – Vol.5. – P. 173–174.
8. Sarkar, S. Liquid ventilation / S. Sarkar, A. Paswan, S. Prakas // Anesth Essays Res. – 2014. – Vol.8, №3. – P. 277–282.
9. Korepanov A.L. Liquid breathing. Partial liquid ventilation of the lungs. // Bulletin of physiotherapy and balneology. – 2018. – Т.24, №2. – P. 62–70.
10. Korepanov A.L., Shunevich O.B., Vasilenko I.Yu. Liquid breathing. Total liquid ventilation of the lungs. // Bulletin of physiotherapy and balneology. – 2018. – Т. 24, №4. – P. 86–94.
11. P. Michaud, R. Tissier, M. Nadeau, M. Kohlhauer, J. Wandamm, J. Musso, Fluid Ventilation and the Method of Induction of Liquid Tidal Ventilation and / or Hyperthermia, Canada, L80011814WO, April 12, 2019.
12. Utility model patent of the Russian Federation, RU 203 4446 U1 IPC A61N 31/02, A61M 16/00. Liquid respiration module in hyperbaric conditions for a model biological object / Pashkov E.V., Polivtsev V.P., Manchuk D.I., Polivtsev V.V.; applicant and patentee Foundation for Advanced Study. №2020130505; app. 09/16/2020; publ. 04/06/2021 Bul. №10.
13. Utility model patent RU 202 283 U1 IPC A61M 16/00, A61G 10/02. Installation for liquid breathing / Pashkov E.V., Polivtsev V.P., Kalinin M.I., Polivtsev V.V.; applicant and patentee of the Advanced Research Foundation. №2020130508; app. 09/16/2020; publ. 02/10/2021 Bul. №4.
14. Patent for utility model RU 201 202 U1 IPC F16J 13/00. Fast-acting menbranno-plunger shutter for chambers of hyperbaric installations of liquid respiration / Pashkov E.V., Polivtsev V.P., Kovalenko A.V., Balakin A.I.; applicant and patentee Foundation for Advanced Study. №2020127187; app. 08/13/2020; publ. 02.13.2020 Bul. №34.

Kalinin Mikhail Ivanovich

Sevastopol State University, Candidate of Technical Science,
Team leader of the laboratory ASIBO,
Sevastopol, Str. University, 33,
tel. +7(978) 755–10–83
E-mail: kalinin2710@yandex.ru

Krugovoy Aleksandr Nikolaevich

Sevastopol State University, Candidate of Technical
Science, associate professor of the department ISATP,
Sevastopol, Str. University, 33,
tel. +7(978) 028–72–43
E-mail: atpp_krugovoi@mail.ru

Polivtsev Viktor Petrovich

Sevastopol State University, Candidate of Technical Science,
Head of the laboratory ASIBO,
Sevastopol, Str. University, 33,
Тел. +7(978) 861–50–57
E-mail: polivcev.viktor@yandex.ru

Polivtsev Vladimir Viktorovich

Sevastopol State University, Team leader of the
laboratory ASIBO,
Sevastopol, Str. University, 33,
Тел. +7(978) 745–20–25
E-mail: vovapolivcev@yandex.ru

УДК 621.81

DOI: 10.33979/2073-7408-2021-350-6-186-193

А.В. НЕМЕНКО, М.М. НИКИТИН

**КРИТЕРИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ОТСУТСТВИЯ ТРЕЩИН
В НАГРУЖЕННОМ ВРАЩАЮЩЕМСЯ ОБЪЕКТЕ**

Аннотация. В работе предложен критерий отсутствия трещин во вращающейся детали на основе анализа поля напряжений как функции комплексных координат. Достаточным условием отсутствия трещины является существование конечного предела определенного вида, составленного из коэффициентов степенного

ряда для функции, связывающей касательные напряжения при кручении с комплексными координатами в исследуемом сечении. Показано, что при соответствующем выборе контрольной точки на контуре сечения, применение метода позволяет обойтись только одним датчиком напряжений.

Ключевые слова: техническая диагностика, трещинообразование, поле напряжений, функции комплексного переменного, критериальная оценка

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. N. Hongkarnjanakul, C. Bouvet, S. Rivallant. Validation of low velocity impact modelling on different stacking sequences of CFRP laminates and influence of fibre failure. *Composite Structures*, Volume 106, 2013, pp. 549–559.
2. A Habibi, B Merci, GJ Heynderickx. Impact of radiation models in CFD simulations of steam cracking furnaces. *Computers & Chemical Engineering*. V. 31, (11), 2007. pp. 1389–1406.
3. G.Hinds, L.Wickström, K.Mingard, A.Turnbull. Impact of surface condition on sulphide stress corrosion cracking of 316L stainless steel. *Corrosion Science*, V. 71, (2013), pp. 43–52.
4. Sih G.C. (Ed.) *Multiscale Fatigue Crack Initiation and Propagation of Engineering Materials: Structural Integrity and Microstructural Worthiness*. Springer, 2008. 383 p.
5. England A.H. *Complex variables in elasticity*. Wiley, New York, 1971. 181 p.
6. Jian-ke Lu. *Complex variable methods in plane elasticity*. World Scientific, 1995. 230 p.
7. Zdeněk P. Bažant, Luis F. Estenssoro. Surface singularity and crack propagation. *International Journal of Solids and Structures*, 1979, 15 (5), pp. 405–426.
8. Nikolai Gorbushin, Victor A. Eremeyev, Gennady Mishuris. Nikolai Gorbushin, Victor A. Eremeyev, Gennady Mishuris. On stress singularity near the tip of a crack with surface stresses. *International Journal of Engineering Science*, 2020, V. 146 1 #103183
9. Неменко А.В. Диагностика ранней стадии усталости вращающихся деталей машин. / А.В. Неменко, М.М. Никитин // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. 2021. № 5(349). С. 151 – 156
10. Лаврентьев М.А., Шабат Б. В. *Методы теории функций комплексного переменного*. – М.: Наука, 1987. – 688 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
Преподаватель кафедры «Высшая математика»
299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33
Тел. +79788150316
E-mail: m.nikitin.1979@gmail.com

A.V. NEMENKO, M.M. NIKITIN

CRITERION ESTIMATOR OF THE CRACK ABSENCE IN A LOADED ROTATING OBJECT

Abstract. *We propose a classifier of the absence of cracks in a rotating part based on the analysis of the stress field as a function of complex coordinates. A sufficient condition for the crack absence in the existence of some finite limit composed of the power series coefficients of the function connecting shear stresses during torsion with complex coordinates in the section to be studied. We show that within an appropriate choice of the control point on the cross-sectional contour, the application of the method makes it possible to use only one stress sensor placed on it.*

Keywords: *technical diagnostics, cracking, stress field, functions of a complex variable, criterion estimator*

BIBLIOGRAPHY

1. N.Hongkarnjanakul,C.Bouvet, S.Rivallant. Validation of low velocity impact modelling on different stacking sequences of CFRP laminates and influence of fibre failure. *Composite Structures*, Volume 106, 2013, pp. 549–559.
2. A Habibi, B Merci, GJ Heynderickx. Impact of radiation models in CFD simulations of steam cracking furnaces. *Computers & Chemical Engineering*. V. 31, (11), 2007. pp. 1389–1406.
3. G.Hinds, L.Wickström, K.Mingard, A.Turnbull. Impact of surface condition on sulphide stress corrosion cracking of 316L stainless steel. *Corrosion Science*, V. 71, (2013), pp. 43–52.
4. Sih G.C. (Ed.) *Multiscale Fatigue Crack Initiation and Propagation of Engineering Materials: Structural Integrity and Microstructural Worthiness*. Springer, 2008. 383 p.
5. England A.H. *Complex variables in elasticity*. Wiley, New York, 1971. 181 p.
6. Jian-ke Lu. *Complex variable methods in plane elasticity*. World Scientific, 1995. 230 p.

7. Zdeněk P. Bažant, Luis F. Estenssoro. Surface singularity and crack propagation. International Journal of Solids and Structures, 1979, 15 (5), pp. 405–426.
8. Nikolai Gorbushin, Victor A. Eremeyev, Gennady Mishuris. Nikolai Gorbushin, Victor A. Eremeyev, Gennady Mishuris. On stress singularity near the tip of a crack with surface stresses. International Journal of Engineering Science, 2020, V. 146 1 #103183
9. Nemenko A.V. Diagnostika rannej stadii ustalosti vrashhajushhihsja detalej mashin. / A.V. Nemenko, M.M. Nikitin //Fundamentalnye i prikladnye problemy tehniki i tehnologii. 2021. №
10. Lavrentev M.A., Shabat B. V. Metody teorii funkcij kompleksnogo peremennogo. – M.: Nauka, 1973. – 749 s.

Nemenko Alexandra Vasilevna

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 Mihailovich

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

УДК 629.127.4.073/074:551.46.01

DOI: 10.33979/2073-7408-2021-350-6-194-199

Я.Н. ГАЙНУЛЛИНА, Е.В. ПАШКОВ, М.И. КАЛИНИН, В.П. ПОЛИВЦЕВ

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЖИДКОСТНОГО ДЫХАНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛИТЕЛЬНЫХ ГЛУБОКОВОДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

***Аннотация.** В работе рассматриваются особенности новых технологий жидкостного дыхания для специфических задач глубоководных исследований, в частности длительного пребывания исследователей в подводном автономном модуле.*

***Ключевые слова:** жидкостное дыхание, ребризер, гипербария, биологические объекты, оксигенация, денитрогенизация.*

Работа выполнена по гранту СевГУ. Идентификатор 26/06 – 31. Договор 62/16.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соул Г. Подводные границы – Л: Гидрометеиздат, 1973. – 144 с.
2. Ханин М.А., Левадный В.Г. Оптимальная частота дыхания человека – Рига: Биомеханика, 1975. – 224 с.
3. Hill A.V. Trails and trails in physiology – London, 1998. – 243p.
4. Yamashiro S.M. Girodins F.S. Appl. Physiology, v. 35 – 2003. – 531p.
5. Сухоруков А.Л. Теория подводных тросовых систем и её инженерные приложения – Москва: Физматлит, 2017. – 284 с.
6. Ханин М.А., Бухаров И.Б. Влияние скорости оксигенации на диффузионную проводимость лёгких – Рига: Биомеханика, 1975. – 215 с.
7. Росс Д. Энергия волн – Л: Гидрометеиздат, 1981. – 112 с.
8. Светлицкий В.А. Механика трубопроводов и шлангов – Москва: Машиностроение, 1982. – 209 с.
9. Кочаев В.П. Расчёты на прочность при напряжениях, переменных во времени – Москва: Машиностроение, 1977. – 231 с.
10. Меркин Д.Р. Введение в механику гибкой нити – Москва: Наука, 1980. – 240 с.
11. Сухоруков А.Л. Теория подводных тросовых систем и её инженерные приложения – Москва: Физматлит, 2017. – 271 с.
12. Милн П. Подводные инженерные исследования – Ленинград: Судостроение, 1984. – 340 с.
13. Кенни Д. Техника освоения морских глубин – Ленинград: Судостроение, 1977. – 312 с.
14. Ястребов В.С., Горлов А.А., Симинский В.В. Электроэнергетические установки подводных аппаратов – Ленинград: Судостроение, 1987. – 208 с.
15. Молчанов В.А. Возвращение из глубин – Ленинград: Судостроение, 1982. – 183 с.
16. Агеев М.Д. Автоматические подводные аппараты – Ленинград: Судостроение, 1982. – 183 с.
17. Ястребов В.С. Системы и элементы глубоководной техники подводных исследований – Ленинград: Судостроение, 1981. – 304 с.
18. Namalainar R.P. Trans of ASME, serG v. 95 – 2003. – 327 p.

Гайнуллина Яна Николаевна

Пашков Евгений Валентинович

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,
руководитель группы лаборатории
«Экспериментальные системы жизнеобеспечения биологических объектов» г. Севастополь,
ул. Университетская, 33
тел. +7(8692) 545–023
e-mail: medeya-ru@yandex.ru

Калинин Михаил Иванович
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,
кандидат технических наук, доцент, руководитель группы лаборатории «Экспериментальные системы жизнеобеспечения биологических объектов»
г. Севастополь, ул. Университетская, 33
тел. +7(8692) 545–023
e-mail: kalininsev@mail.ru

университет», доктор технических наук, профессор кафедры «Приборные системы и автоматизация технических процессов»
г. Севастополь, ул. Университетская, 33
тел. +7(8692)550–077
e-mail: pashkov@sevsu.ru

Поливцев Виктор Петрович
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,
кандидат технических наук, заведующий лабораторией «Экспериментальные системы жизнеобеспечения биологических объектов»
г. Севастополь, ул. Университетская, 33
тел. +7(8692) 545–023
e-mail: polivcev.viktor@yandex.ru

Ya.N. GAYNULLINA, E.V. PASHKOV, M.I. KALININ, V.P. POLIVTSEV

DEVELOPMENT OF LIQUID BREATHING TECHNOLOGIES TO ENSURE LONG-TERM DEEP-SEA RESEARCH

Abstract. *The paper discusses the features of new liquid respiration technologies for specific tasks of deep-sea research, in particular, a long stay of researchers in an underwater autonomous module.*

Keywords: *liquid respiration, rebreather, hyperbaria, biological objects, oxygenation, denitrogenization.*

BIBLIOGRAPHY

1. Soul G. Podvodnie granici – L: Gidrometeoizdat, 1973. – 144 s.
2. Hill A.V. Trails and trails in physiology – London, 1998. – 243 s.
3. Yamashiro S.M. Girodins F.S. Appl. Physiology, v. 35 – 2003. – 531s.
4. Hamalain R.P. Trans of ASME, serG v. 95 – 2003. – 327 s.
5. Syhorykov A.L. Teoriya podvodnih trosovih system i inzenernie prilozheniya – Moskva: Fizmatlit, 2017.–284 s.
6. Hanin M.A. Byharov I.B. Vliyanie skorosti oksigenacii na difyuzionnyu provodimostlegkih – Riga: Biomehanika, 1975. – 215 s.
7. Ross D. Energiya voln – L: Gidrometeoizdat, 1981. – 112 s.
8. Svetlickiy V.A. Mehanika truboprovodov i shlangov – Moskva: Mashinostroenie, 1982. – 209 s.
9. Kochaev V.P. Rascheti na prochost pri napryazheniyah, peremennih vo vremeni – Moskva: Mashinostroenie, 1977. – 231 s.
10. Merkin D.R. Vvedenie v mehaniku gibkoy niti – Moskva: Nayka, 1980. – 240 s.
11. Syhorykov A.L. Teoriya podvodnih trosovih system i ee inzenernie prilozheniya – Moskva: Fizmatlit, 2017. – 271 s.
12. Miln P. Podvodnie inzenernie issledovaniya – Leningrad: Sydstroenie, 1984. – 340 s.
13. Kenni D. Tehnika osvoeniya morskikh glybin – Leningrad: Sydstroenie, 1977. – 312 s.
14. Yastrebov V.S., Gorlov A.A. Siminskiy V.V. Elektroenergeticheskie ystanovki podvodnih apparptov – Leningrad: Sydstroenie, 1987. – 208 s.
15. Molchanov V.A. Vozvrashenie iz glybin – Leningrad: Sydstroenie, 1982. – 183 s.
16. Ageev M.D. Avtomaticheskie podvodnie apparati – Leningrad: Sydstroenie, 1982. – 183 s.
17. Yastrebov V.S. Sistemi i elementi glybokovodnoy tehniki podvodnih issledovaniy – Leningrad: Sydstroenie, 1981. – 304 s.
18. Hanin M.A., Levadniy V.G. optimalnaya chastota lihaniya cheloveka – Riga: Biomehanika, 1975. – 224 s.

Gaynullina Yana Nikolaevna
Sevastopol State University,
Head of the Laboratory Group "Experimental Life Support Systems for Biological Objects"
Sevastopol, Str. University, 33,
tel. +7(8692) 545–023
e-mail: medeya-ru@yandex.ru

Pashkov Yevgeny Valentinovich
Sevastopol State University,
Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department «Instrument Systems and automation of technical processes»
Sevastopol, Str. University, 33,
tel. +7(8692) 550–007
e-mail: pashkov@sevsu.ru

Kalinin Mikhail Ivanovich

Sevastopol State University,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Head of the laboratory group " Experimental Life
Support Systems for Biological Objects»Sevastopol,
Str. University, 33,
tel. +7(8692) 545-023
e-mail: kalininsev@mail.ru

Polivtsev Viktor Petrovich

Sevastopol State University, Candidate of Tehnical Candidate
of Technical Sciences, Head of the Laboratory " Experimental
life Support systems for Biological Objects»,
Sevastopol, Str. University, 33,
tel. +7(8692) 545-023
e-mail: polivcev.viktor@yandex.ru

Адрес издателя:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»
302026, Орловская область, 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, Орловская область, г. Орел, ул. Московская, 34
+7(920)2806645, +7(906)6639898

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

Материалы статей печатаются в авторской редакции

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 07.12.2021 г.
Дата выхода в свет 28.12.2021 г.
Формат 70X108/16. Усл. печ. л. 12,5
Цена свободная. Тираж 1000 экз.
Заказ 180

Отпечатано с готового оригинал–макета
на полиграфической базе ОГУ имени И.С. Тургенева
302026, Орловская область, г. Орёл, ул. Комсомольская, д. 95