

Редколлегия

Главный редактор
Радченко С.Ю. д-р техн. наук, проф.

Заместители главного редактора:
Барсуков Г.В. д-р техн. наук, проф.
Гордон В.А. д-р техн. наук, проф.
Подмастерьев К.В. д-р техн. наук, проф.
Савин Л.А. д-р техн. наук, проф.
Шоркин В.С. д-р физ.-мат. наук, проф.

Члены редколлегии:

Бухач А. д-р техн. наук, проф. (Польша)
Голенков В.А. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Дьяконов А.А. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Емельянов С.Г. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Запонец Я. д-р техн. наук, проф. (Чехия)
Зубчанинов В.Г. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Киричек А.В. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Копылов Ю.Р. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Кузичкин О.Р. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Кухарь В.Д. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Лавриненко В.Ю. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Ли Шэнбо. канд. техн. наук, доц. (Китай)
Мирсалимов В.М. д-р физ.-мат. наук, проф. (Азербайджан)
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)
Поляков Р.Н. д-р техн. наук, доц. (Россия)
Расповов В.Я. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Смоленцев В.П. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Содатган В.М. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Старовойтов Э.И. д-р физ.-мат. наук, проф. (Беларусь)
Степанов Ю.С. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Хейфец М.Л. д-р техн. наук, проф. (Беларусь)

Ответственный секретарь:
Тюхта А.В. канд. техн. наук

Адрес редакции
302030, г. Орел, ул. Московская, 34
+7(920)2806645, +7(906)6639898
http://oreluniver.ru
E-mail: tiostu@mail.ru

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

Подписной индекс 29504
по объединенному каталогу «Пресса России»

© ОГУ имени И.С. Тургенева, 2019

Содержание

Теоретическая механика и ее приложения

Попов И.П. Теоретические предпосылки реактивного роторного движения.....	3
Чирков Б.Я., Остапчук А.К. Определение кинематических параметров плоского шарнирного четырехзвенника: 12 шагов.....	8

Механика деформируемого твердого тела, динамика и прочность

Аблаев Р.Р., Аблаев А.Р., Харченко А.О. Структурно-компоновочный синтез передвижных механизированных комплексов.....	14
--	----

Машиностроительные технологии и оборудование

Рапацкий Ю.Л., Заморонов М.В., Копп В.Я., Обжерин Ю.Е. Анализ производительности и надежности технологических процессов в машиностроении на основе полумарковской модели.....	22
Селеменова Е.М., Губарева Л.И., Селеменов М.Ф., Черепенько А.А. Тепломеханические деформации сложнопровильных рабочих поверхностей при циклических нагружениях.....	34
Серезжин М.А., Андреева Д.В. Восстановление электродуговой наплавкой с ферромагнитной шихтой кулачков ведущего колеса экскаватора ЭКГ-5А.....	46
Анисимов Р.В., Тарапанов А.С. Особенности технологии формообразования деталей со сложными периодическими профилями.....	53
Зайцев А.И. Математическое моделирование и расчет гибки труб неприводным водилом.....	62

Машиноведение и мехатроника

Бондаренко М.Э., Поляков Р.Н., Горин А.В. Динамические характеристики комбинированной опоры с многолетпетковым газодинамическим подшипником скольжения и активным управлением.....	66
Бабин А.Ю. Моделирование динамического поведения ротора на активном упорном гидростатодинамическом подшипнике с учётом параметров элементов системы управления.....	73
Савин Л.А., Комаров Н.В. Траектория движения роторов с гидростатодинамическими опорами с аэрированной смазкой.....	81
Усикова И.Г., Просекова А.В., Токмакова М.А., Попов С.Г. Мехатронные технологии в системе «умное окно».....	88
Фетисов А.С., Бабин А.Ю., Бондаренко М.Э., Тюрин В.О. Численное моделирование подшипников жидкостного трения при смазке магнитореологическими жидкостями.....	93
Зарецкий Р.К., Соколенко А.Г., Токмаков Н.В. Активные виброзащитные системы на основе пьезоэлементов.....	101

Приборы, биотехнические системы и технологии

Веретенников Д.О., Мурашов М.А., Сухоруков А.Л. Имитационное моделирование работы электронного угломерного прибора в процессе кренования подводных объектов.....	111
Быков А.В., Пархоменко С.А., Бойцов А.В., Родионова С.Н., Стародубцева Л.В., Долженков С.Д. Математические модели выбора схем лечения гангрены нижних конечностей по степени тяжести её течения.....	122

Контроль, диагностика, испытания и управление качеством

Жидков А.В., Чекмарева Д.Е., Гнеушев Р.Ю., Мишин В.В., Подмастерьев К.В. Исследования зависимостей контурной площади контакта от отклонений макрогеометрии сферических тел.....	132
---	-----

Editorial Committee

Editor-in-chief

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

Editor-in-chief Assistants:

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

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

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

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

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

Member of editorial board:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Executive secretary:

Tyukhta A.V. Candidate Sc. Tech.

Address

302030 Orel, Moskovskaya ul., 34

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

http://oreluniver.ru

E-mail: tiostu@mail.ru

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

Index on the catalogue of the
«Pressa Rossii» 29504

© Orel State University, 2018

Contents

Theoretical mechanics and its applications

<i>Popov I.P.</i> Theoretical preconditions of reactive rotary movement.....	3
<i>Chirkov B.Ya., Ostapchuk A.K.</i> Determination of kinematic parameters of flat lever hinged four-link: 12 steps.....	8

Mechanics of deformable solids, dynamics and strength

<i>Ablaev R.R., Ablaev A.R., Kharchenko A.O.</i> Structurally-layout synthesis mobile mechanized complex.....	14
---	----

Machine-building technologies and equipment

<i>Rapatskiy Yu.L., Zamorenov M.V., Kopp V.Ya., Objerin Yu.E.</i> Analysis of productivity and reliability of technological processes in mechanical engineering on the basis of the semi-markov model.....	22
<i>Selemeneva E.M., Gubareva L.I., Selemenev M.F., Cherepenko A.A.</i> Teplomechanical deformations of complex profile surfaces under cyclic loads.....	34
<i>Serezhkin M.A., Andreeva D.V.</i> Restoration by electric arc welding with a ferromagnetic charge cams of the driving wheel an excavator EKG-5A.....	46
<i>Anisimov R.V., Tarapanov A.S.</i> Features of technology of the shaping of parts with difficult periodic profiles.....	53
<i>Zaitsev A.I.</i> Mathematical modeling and analysis of flexible pipes non-driven carrier.....	62

Machine Science and Mechatronics

<i>Bondarenko M.E., Polyakov R.N., Gorin A.V.</i> Dynamic characteristics of a combined support with a multi-pets gas-dynamic sliding bearing and active control.....	66
<i>Babin A.Yu.</i> Modeling of the rotor dynamic behavior on active refined hydrostatodynamic bearing taking into account the parameters of elements of the control system.....	73
<i>Savin L.A., Komarov N.V.</i> Rotor movement trajectory with hydrostatodynamic supports aerated lubricant.....	81
<i>Usikov I.G., Prosekova A.V., Tokmakova M.A., Popov S.G.</i> Mechatronics technologies in the system of «smart window».....	88
<i>Fetisov A.S., Babin A.Yu., Bondarenko M.E., Turin V.O.</i> Numerical modeling of bearings liquid friction in lubrication with magnetorological liquids.....	93
<i>Zaretskiy R.K., Sokolenko A.G., Tokmakov N.V.</i> Active vibration protection systems on the basis of pieoelements.....	101

Devices, biotechnical systems and technologies

<i>Veretennikov D.O., Murashov M.A., Sukhorukov A.L.</i> Simulation study on electronic inclinometer operation during heeling of underwater objects.....	111
<i>Bykov A.V., Parkhomenko A.S., Boytsov A.V., Rodionova S.N., Starodubtseva L.V., Dolzhenkov S.D.</i> The mathematical model choice of treatment gangrene of the lower extremities according to the degree gravity of its flow.....	122

Monitoring, Diagnostics, Testing and Quality Management

<i>Zhidkov A.V., Chekmareva D.Ye., Gneushev R.Yu., Mishin V.V., Podmasteryev K.V.</i> Researches of the contact contour area dependencies from the deviations of macro geometry of spherical bodies.....	132
--	-----

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

УДК 531.382

И.П. ПОПОВ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ РЕАКТИВНОГО РОТОРНОГО ДВИЖЕНИЯ

Аннотация. Представлен принцип реактивного движения механической системы, масса которой не изменяется, что открывает перспективы дальних космических полетов. Применение ракет принципиально ограничено массой вещества, которое они должны нести для того, чтобы безвозвратно исторгнуть, сообщив ему количество движения, которое не утилизируется. Именно количество движения самой ракеты по этой причине и является ограниченным. Главная проблема ракеты в этом смысле состоит в необходимой утрате вещества. Реактивный роторный движитель не имеет этой проблемы. В качестве теоретической основы создания реактивного роторного движителя доказаны три теоремы. Теорема 1. Линейное количество движения преобразуется в роторное количество движения. Теорема 2. Роторный момент количества движения преобразуется в линейный момент количества движения. Теорема 3 (Теорема реактивного роторного движения). Вращательное движение элемента системы может преобразовываться в линейное движение системы. В качестве примера технического воплощения представлена свободная система с двумя связанными элементами (реактивный роторный движитель). Первый элемент развивает силу, приобретает количество движения и посредством троса передает импульс второму элементу. После того как элементы соединятся система приобретает линейное количество движения. Вращение ротора может быть утилизировано, например, электромеханическим способом. Второй элемент перемещают в исходную позицию, что не изменяет приобретенного линейного количества движения системы, и повторяют процесс. Повторяемость процесса ничем, кроме запаса энергии не ограничена. При использовании ядерной энергетической установки можно накапливать линейное количество движения, не сопоставимое с тем, которое развивает обычная ракета.

Ключевые слова: реактивный, роторный, движитель.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попов И.П. О мерах механического движения // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2014. – № 3(26). – С. 13–15.
2. Попов И.П. Волновые уравнения и меры движения // Вестник Удмуртского университета. Физика и химия. – 2014. – Вып. 2. – С. 30–33.
3. Попов И.П. Меры механического движения с различными степенями скорости // Вестник Тверского государственного технического университета. – 2018. – № 1(33). – С. 49–53.
4. Попов И.П. Градация мер механического движения // Вестник Курганского государственного университета. Естественные науки. Вып. 9. – 2016. – № 4(43). – С. 79–82.
5. Попов И.П. Степенной ряд мер механического движения // Ученые записки Орловского государственного университета. Естественные, технические и медицинские науки. – 2014. – № 6(62). – С. 37–39.
6. Popov, I.P. (2017) Vector differential surface operator. British journal of innovation in science and technology, 2 (6): 25–31.
7. Popov, I.P. (2017) Surface, zero and zero imaginary operators NABLA. Software of systems in the industrial and social fields, 5 (2): 2–11.
8. Попов И.П. О некоторых операциях над векторами // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 1: Математика. Физика. – 2014. – №5 (24). – С. 55–61.
9. Попов И.П. Поверхностные градиент, дивергенция и ротор // Вестник Псковского государственного университета. Естественные и физико-математические науки. – 2014. – Вып. 5. – С. 159–172.
10. Попов И.П. Операторы типа набла: поверхностный, нулевой и мнимый нулевой // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Математика. Физика. – 2017. – № 6(255). – Вып. 46. – С. 44–53.

Попов Игорь Павлович

Курганский государственный университет

Старший преподаватель кафедры «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты»

640002, Курган, ул. Томина, 106, кв. 52

8-951-273-80-87

E-mail: ip.popov@yandex.ru

I.P. POPOV

THEORETICAL PRECONDITIONS OF REACTIVE ROTARY MOVEMENT

Abstract. *The principle of jet propulsion of a mechanical system, the mass of which does not change, is presented, which opens up prospects for long-distance space flights. The use of missiles is fundamentally limited by the mass of the substance that they must carry in order to irretrievably eject, informing it of the amount of movement that is not disposed of. It is precisely the amount of movement of the rocket itself for this reason that is limited. The main problem of the rocket in this sense is the necessary loss of substance. Jet rotary propulsion does not have this problem. As a theoretical basis for creating a reactive rotor propulsion, three theorems were proved. Theorem 1. A linear amount of motion is converted to a rotary amount of motion. Theorem 2. The rotor angular momentum is converted to a linear angular momentum. Theorem 3 (Jet rotor motion theorem). The rotational motion of a system element can be transformed into a linear motion of a system. As an example of the technical implementation, a free system with two connected elements (reactive rotor propulsion) is presented. The first element develops strength, acquires the amount of movement and transmits the impulse to the second element through a cable. After the elements are connected, the system acquires a linear amount of movement. Rotation of the rotor can be utilized, for example, by electromechanical means. The second element is transferred to the initial position, which does not change the acquired linear amount of motion of the system, and the process is repeated. The repeatability of the process is not limited by anything but an energy reserve. When using a nuclear power plant, it is possible to accumulate a linear amount of motion that is incompatible with that developed by a conventional rocket.*

Keywords: reactive, rotary, propulsion.

BIBLIOGRAPHY

1. Popov I.P. O merah mekhanicheskogo dvizheniya // Vestnik Permskogo universiteta. Matematika. Mekhanika. Informatika. – 2014. – № 3(26). – S. 13–15.
2. Popov I.P. Volnovye uravneniya i mery dvizheniya // Vestnik Udmurtskogo universiteta. Fizika i himiya. – 2014. – Vyp. 2. – S. 30–33.
3. Popov I.P. Mery mekhanicheskogo dvizheniya s razlichnymi stepenyami skorosti // Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2018. – № 1(33). – S. 49–53.
4. Popov I.P. Gradaciya mer mekhanicheskogo dvizheniya // Vestnik Kurganskogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennye nauki. Vyp. 9. – 2016. – № 4(43). – S. 79–82.
5. Popov I.P. Stepennoj ryad mer mekhanicheskogo dvizheniya // Uchenye zapiski Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennye, tekhnicheskie i medicinskie nauki. – 2014. – № 6(62). – S. 37–39.
6. Popov, I.P. (2017) Vector differential surface operator. British journal of innovation in science and technology, 2 (6): 25–31.
7. Popov, I.P. (2017) Surface, zero and zero imaginary operators NABLA. Software of systems in the industrial and social fields, 5 (2): 2–11.
8. Popov I.P. O nekotoryh operacijah nad vektorami // Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 1: Matematika. Fizika. – 2014. – №5 (24). – S. 55–61.
9. Popov I.P. Poverhnostnye gradient, divergenciya i rotor // Vestnik Pskovskogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennye i fiziko-matematicheskie nauki. – 2014. – Vyp. 5. – S. 159–172.
10. Popov I.P. Operatory tipa nabla: poverhnostnyj, nulevoj i mnimyj nulevoj // Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Matematika. Fizika. – 2017. – № 6(255). – Vyp. 46. – S. 44–53.

Popov Igor Pavlovich

Kurgan State University

Senior Lecturer, Department of «Engineering Technology, machine tools and instruments»

640002, Kurgan, Tomina str., 106-52

8-951-273-80-87

E-mail: ip.popow@yandex.ru

УДК 531.1

Б.Я. ЧИРКОВ, А.К. ОСТАПЧУК

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛОСКОГО ШАРНИРНОГО ЧЕТЫРЕХЗВЕННИКА: 12 ШАГОВ

Аннотация. *Рассматриваются способы графоаналитического определения кинематических параметров плоского рычажного шарнирного четырехзвенника авторским методом с применением безразмерных относительных параметров, а также – кривошипа в качестве базового звена, использования безмасштабного подхода и построения планов скоростей и ускорений в габаритах механизма. Предлагаемый подход позволяет отказаться от общепринятой методики построения планов скоростей и ускорений не на механизме, а путем переноса векторов на свободное поле чертежа, располагая их параллельно или перпендикулярно звеньям механизма с неизменным предварительным вычислением масштабных коэффициентов.*

Полученные результаты позволяют в сравнении с традиционным подходом сократить объем работы при расчетах и построениях и увеличивают точность построения.

Ключевые слова: *плоский рычажной механизм, шарнирный четырехзвенник, кинематика, метод планов скоростей и ускорений.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соболев А.Н., Некрасов А.Я., Схиртладзе А.Г. Теория механизмов и машин (проектирование и моделирование механизмов и их элементов): Учебник. М.:КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2018. 256 с.
2. Лачуга Ю. Ф., Воскресенский А. Н., Чернов М. Ю. Теория механизмов и машин. Кинематика, динамика и расчет. М.: КолосС, 2013. 304 с.:
3. Смелягин А.И. Теория механизмов и машин. Курсовое проектирование: Учебное пособие. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. 263 с.
4. Мацюк J.M., Шляхов Е.М., Боров К.А. Кінематичне та динамічне дослідження плоских важільних механізмів. Дніпропетровськ, РВК НГУ України, 2010. 132 с.
5. Ong J.K, Kerr D., Bouazza Marouf K. Design of a semiautonomous modular robotic vehicle for gas pipeline inspection // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part I: Journal of Systems and Control of Engineering Vol. 217, 2. (2003).
6. Телегин А.И., Кайгородцев М.И. Алгоритмы выписывания уравнений динамики плоских шарнирных механизмов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение, 2010. № 29 (205). С. 4-12.
7. Kuznetsov W., Kolomiets A. Synthesis of combined four-bar linkages with variable crank length with given movement of the executive link // Технологічні комплекси. 2014. № 2 (10). С. 37-42.
8. Чирков Б.Я. Применение метода относительных безразмерных параметров при конструировании в области транспортного машиностроения // Приоритетные направления социально-экономического развития транспорта: Материалы международной научно-практической конференции (15 февраля 2016 г.). Курган: КИЖТ УрГУПС, 2016. 254 с.
9. Чирков Б.Я., Михашенко Т.Н. Аналитическое определение кинематических параметров плоского рычажного механизма // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения, 2017. № 3 (35). С. 14-20.
10. Чирков Б.Я. Синтез шарнирного четырехзвенника по двум заданным крайним положениям коромысла с использованием представления о скалярном квадрате // Вестник Курганской ГСХА, 2013. № 1 (5). С. 63-66.

Чирков Борис Яковлевич
КИЖТ – филиал ФГБОУ ВО «УрГУПС», г. Курган
Кандидат технических наук, профессор
Тел. (912)8336264

Остапчук Александр Константинович
КИЖТ – филиал ФГБОУ ВО «УрГУПС», г. Курган
Кандидат технических наук, профессор РАЕ, доцент
СП ВО
640000, ул. К.Мяготина, 147/1
Тел. (912)5259938
E-mail: ostapchuk_ss@mail.ru

В. YA. CHIRKOV, A. K. OSTAPCHUK

DETERMINATION OF KINEMATIC PARAMETERS OF FLAT LEVER HINGED FOUR-LINK: 12 STEPS

Abstract. *The methods of graphic – analytical determination of kinematic parameters of a flat lever hinged four-link by the author's method with the use of dimensionless relative parameters, as well as the crank as a basic link, the use of a scale-free approach and the construction of plans of speeds and accelerations in the dimensions of the mechanism are considered. The proposed approach allows us to abandon the generally accepted method of constructing velocity plans and accelerations not on the mechanism, but by transferring vectors to the free field of the drawing, placing them parallel or perpendicular to the links of the mechanism with the indispensable pre-calculation of scale coefficients. The obtained results allow in comparison with the traditional approach to save the amount of work in calculations and constructions and increase the accuracy of the construction.*

Keywords: *flat lever mechanism, hinge four-link, kinematics, method plans, velocities, and accelerations.*

BIBLIOGRAPHY

1. Sobolev A.N., Nekrasov A.YA., Skhirtladze A.G. Teoriya mekhanizmov i mashin (proektirovanie i modelirovanie mekhanizmov i ih ehlementov): Uchebnik. M.:KURS, NIC INFRA-M, 2018. 256 s.
2. Lachuga YU. F., Voskresenskij A. N., Chernov M. YU. Teoriya mekhanizmov i mashin. Kinematika, dinamika i raschet. M.: KolosS, 2013. 304 s.:
3. Smelyagin A.I. Teoriya mekhanizmov i mashin. Kursovoe proektirovanie: Uchebnoe posobie. M.: NIC INFRA-M, 2014. 263 s.
4. Masyuk J.M., SHlyahov E.M., Borov K.A. Kinematichne ta dinamichne doslidzheniya ploskih vazhil'nyh mekhanizmv. Dnipropetrovs'k, RVK NGU Ukraini, 2010. 132 s.

5. Ong J.K, Kerr D., Bouazza Marouf K. Design of a semiautonomous modular robotic vehicle for gas pipeline inspection (2003) Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part I: Journal of Systems and Control of Engineering Vol. 217, 2.

6. Telegin A.I., Kajgorodcev M.I. Algoritmy vypisyvaniya uravnenij dinamiki ploskih sharnirnykh mekhanizmov // Vestnik YUzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Mashinostroenie, 2010. № 29 (205). S. 4-12.

7. Kuznetsov W., Kolomiets A. Synthesis of combined four-bar linkages with variable crank length with given movement of the executive link // Tekhnologichni kompleksi. 2014. № 2 (10). S. 37-42.

8. Chirkov B.Ya. Primenenie metoda otnositel'nykh bezrazmernykh parametrov pri konstruirovanii v oblasti transportnogo mashinostroeniya // Prioritetnye napravleniya social'no-ekonomicheskogo razvitiya transporta: Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii (15 fevralya 2016 g.). Kurgan: KIZHT UrGUPS, 2016. 254 s.

9. Chirkov B.Ya., Mihashchenko T.N. Analiticheskoe opredelenie kinematicheskikh parametrov ploskogo rychazhnogo mekhanizma // Vestnik Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya, 2017. № 3 (35). S. 14-20.

10. Chirkov B.Ya. Sintez sharnirnogo chetyrekhzvennika po dvum zadannym krajnim polozheniyam koromysla s ispol'zovaniem predstavleniya o skalyarnom kvadrate // Vestnik Kurganskoj GSKHA, 2013. № 1 (5). S. 63-66.

Chirkov Boris Yakovlevich

KIZhT - branch of Ural State University of Railway Transport, Kurgan

Candidate of Technical Sciences, Professor

Tel. (912) 8336264

Ostapchuk Alexander Konstantinovich

KIZhT - branch of Ural State University of Railway Transport, Kurgan

Candidate of Technical Sciences, Professor of RAE,

Associate Professor SP VO

640000, K.Magotina, 147/1

Tel. (912) 5259938

E-mail: ostapchuk_ss@mail.ru

МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА, ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ

УДК 629.363 - 004.023

Р.Р. АБЛАЕВ, А.Р. АБЛАЕВ, А.О. ХАРЧЕНКО

СТРУКТУРНО-КОМПОНОВОЧНЫЙ СИНТЕЗ ПЕРЕДВИЖНЫХ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ

Аннотация. *Рассматривается задача структурно – компоновочного синтеза оптимальной структуры передвижного механизированного комплекса. Предлагается обобщенная модель производственного процесса ремонта и изготовления деталей, а также схема последовательности решения задач синтеза. Показана возможность реализации комплексов на базе автопоездов, в частности, седельного тягача с полуприцепом. Приведены конструктивные особенности синтезированного варианта.*

Ключевые слова: *передвижной механизированный комплекс, ремонт, изготовление, деталь, прицеп.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Канарчук В. Е. Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств/ В.Е. Канарчук — Киев: Выща школа, т.3, 1991. — 495 с.

2. Аблаев Р.Р. Перспективы использования передвижных механизированных комплексов как основа расширения рынка услуг по ремонту и техническому обслуживанию машин и сооружений// Vestnik молодежной науки. Вып. 1 (13). – Калининград: Калининградский государственный университет, 2018. – 6 с.

3. Пат. №84423 UA. МПК7 В60Р 3/14, В62D53/00. Пересувний механізований комплекс / А.О. Харченко, Р.Р. Аблаев; заявитель и патентообладатель Севастопольский нац. техн. ун-т. – №84423; заявл. 26.12.2005; опубл. 27.10.2008, Бюл. №10

4. Павлов В.А. Транспортные прицепы и полуприцепы/ В.А. Павлов, С.А. Муханов — М.: Воениздат, 1981. —191с.

5. Грибков В.М. Справочник по оборудованию для технического обслуживания и ремонта тракторов и автомобилей/ В.М. Грибков — М.: Россельхозиздат, 1974.— с.188-197.

Аблаев Ремзи Рустемович
ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», г.
Севастополь
Старший преподаватель кафедры
«Экономика предприятия»
299053, г. Севастополь, ул.
Университетская, 33
Тел. 8978-801-91-41
E-mail: Ablaev.expert@mail.ru

Аблаев Алим Рустемович
ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», г.
Севастополь
Кандидат технических наук,
доцент кафедры «Энергоустановок
морских судов и сооружений»
299053, г. Севастополь, ул.
Университетская, 33
Тел. 8978-810-05-64
E-mail: ARAblaev@sevsu.ru

Харченко Александр Олегович
ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», г.
Севастополь
Кандидат технических наук,
профессор кафедры
«Автомобильного транспорта»
299053, г. Севастополь, ул.
Университетская, 33

R.R. ABLAEV, A.R. ABLAEV, A.O. KHARCHENKO

STRUCTURALLY-LAYOUT SYNTHESIS MOBILE MECHANIZED COMPLEX

Abstract. *In the article the problem structurally - layout synthesis of optimum structure of the mobile mechanized complex is considered. The generalized model of production of repair and manufacturing of component parts, and also the scheme of sequence of a problem solving of synthesis is offered. The possibility of realization of complexes on the basis lorry convoys, in particular, the automobile with the trailer is shown. Design features of synthesized alternative are indicated.*

Keywords: *the mobile mechanized complex, repair, manufacturing, a detail, the trailer.*

BIBLIOGRAPHY

1. Kanarchuk, V. E. maintenance, repair and storage of motor vehicles — Kiev: 1991.
2. Ablaev R. R. Prospects of use of mobile mechanized complexes as a basis of expansion of the market of services in repair and maintenance of cars and constructions// Bulletin of youth science. - Kaliningrad: Kaliningrad state University, 2018.
3. Pat. No. 84423 UA. МПК7 B60P 3/14, B62D53/00. Peresuvnih mehanti complex / Kharchenko A. O., R. R. Ablaev; applicant and patentee of the Sevastopol NAT. tech. Univ. of Illinois – No. 84423; Appl. 26.12.2005; publ. 27.10.2008, bul. No. 10
4. Pavlov V. A. Transport trailers and semi-trailers/ V. A. Pavlov, S. A. Mukhanov — Moscow, 1981.
5. Gribkov V. M. Handbook of equipment for maintenance and repair of tractors and cars — M., 1974

Ablaev Remzi Rustemovich
Senior lecturer»
Sevastopol state University
299053, Sevastopol, Universitetskaya
Str. 33
Ph.: 8978-801-91-41
E-mail: Ablaev.expert@mail.ru

Ablaev Alim Rustemovich
Ph.D., Associate Professor
Sevastopol State University
299053, Sevastopol, Universitetskaya
Str. 33
Ph.: 8978-810-05-64
E-mail: ARAblaev@sevsu.ru

Kharchenko Alexander Olegovich
Ph.D., Professor
Sevastopol State University
299053, Sevastopol, Universitetskaya
Str. 33

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

УДК 621.0:519.873

Ю.Л. РАПАЦКИЙ, М.В. ЗАМОРЕНОВ, В.Я. КОПП, Ю.Е. ОБЖЕРИН

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ НА ОСНОВЕ ПОЛУМАРКОВСКОЙ МОДЕЛИ

Аннотация. Рассматривается общая полумарковская математическая модель, позволяющая исследовать производительность и надежность различных технологических процессов механосборочного производства. Предлагаемая модель позволяет исследовать, в частности, технологические процессы изготовления деталей с резьбой и сборки резьбовых соединений. Основным аппаратом исследования является теория полумарковских процессов с общим фазовым пространством, оперирующая с общего вида функциями распределения случайных величин. В построенной модели определяются не только моментные характеристики, но и функция распределения времени обслуживания единицы продукции с учетом необесценивающих отказов, на основе решения уравнений марковского восстановления. Последнее особенно важно, если рассматриваемый технологический процесс входит подсистемой в другую систему, находящуюся на более высоком уровне иерархии, так как для стыковки моделей иерархических уровней друг с другом в качестве выходной информации моделей требуются именно функции распределения.

Ключевые слова: полумарковская модель, резьбовое соединение, надежность, производительность технологического процесса, автоматизированная сборка, различные виды отказов.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации (№ 1.10513.2018/11.12), при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (№ 18-01-00392а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Королук В.С. Процессы марковского восстановления в задачах надежности систем / В.С. Королук, А.Ф. Турбин. – К.: Наук. думка. 1982. 236 с.
2. Королук В.С. Стохастические модели систем / Отв. ред. А.Ф. Турбин. – К.: Наук. думка. 1989. 208 с.
3. Королук В.С. Полумарковские процессы и их приложения / В.С. Королук, А.Ф. Турбин. – К.: Наук. думка, 1976. – 181 с.
4. Копп В.Я., Обжерин Ю.Е., Песчанский А.И. Стохастические модели автоматизированных производственных систем с временным резервированием / В.Я. Копп, Ю.Е. Обжерин, А.И. Песчанский. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2000. 284 с.
5. Броди С.М. Расчет и планирование испытаний систем на надежность / С.М. Броди, О.Н. Власенко, Б.Г. Марченко. – К.: Наукова думка, 1970. 192 с.
6. Obzherin Yu.E., Boyko Ye.G. Semi-Markov Models. Control of Restorable Systems with Latent Failures. Elsevier, Academic press, USA, 2015. 214 p.
7. Peschansky A.I. Semi-Markov Models of One-Server Loss Queues with Recurrent Input. Germany: LAP LAMPERT Academic Publishing, 2013. 138 p.
8. Ямпольский Л.С. Автоматизация проектирования и управления в гибком автоматизированном производстве / Л.С. Ямпольский, З. Банашак. – К.: Техника, 1989. – 214 с.
9. Липка В.М. Анализ воздействия технологической наследственности при изготовлении деталей с резьбой на надежность резьбовых соединений в судовых машинах и механизмах / В.М. Липка, Ю.Л. Рапацкий // Ушаковские чтения: Материалы Пятой Межвузовской научно-практической конференции (Севастополь, 22-23 февраля 2018 г.). – Севастополь: ООО «ПК КИА», 2018. – с.61-69
10. Липка В.М. Повышение надежности резьбовых соединений при сборке автомобильных силовых агрегатов / В.М. Липка, Ю.Л. Рапацкий // Высокие технологии в машиностроении: сб. науч. трудов. – Харьков, НТУ «ХПИ», 2012. – Вып.1 (22). – с. 199-210.
11. Киричек А.В., Афонин А.Н. Резьбонакатывание.: Библиотека технолога. - М.: Машиностроение, 2009.-312 с.
12. Якухин В.Г. Высокотехнологичные методы металлообработки.: Учебник. – Под ред. О.В. Таратынова. – М.: МГИУ, 2011. –362 с.
13. Афонин А.Н. Схемы деформирования при накатывании резьб / А.Н. Афонин, А.В. Киричек // Известия ОрелГТУ. Сер. Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии: сб. науч. тр. — Орел, 2009. — Вып. 6/278 (577). — С. 39–42.
14. Киричек А.В. Определение диаметра заготовок под накатывание резьбы с помощью систем 3D моделирования / А.В. Киричек, А.Н. Афонин // СТИН. — 2005. — №6. — С. 28–30.
15. Прокофьев А.Н. Разработка системы выбора оптимального метода обработки резьбы. // Качество машин. Сборник трудов. Брянск. – БГТУ. – 2001. – С.88 – 89.
16. Копп В.Я. Использование нейронных сетей при анализе функционирования технической структуры с временным резервированием / В.Я. Копп, А.Л. Карташов., М.В.Заморонов, Л.Е. Карташов // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 12: в 2 ч. Ч. 1 Тула: Изд-во ТулГУ, 2015, С. 67-80
17. Копп В.Я. Моделирование автоматизированных производственных систем: монография. — Севастополь: СевНТУ, 2012. — 700 с.
18. Копп В.Я. Моделирование автоматизированных линий / В.Я. Копп, Ю.Е. Обжерин, А.И. Песчанский. Монография. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2006. – 240 с.
19. Михлин С.Г. Интегральные уравнения и их приложения к некоторым проблемам механики, математической физики и техники. М.: Гостехиздат, 1949. 380 с.

Рапацкий Юрий Леонидович
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»
299053 г. Севастополь ул. Университетская,33
Кандидат технических наук, доцент, директор
Центра оценки качества образования, доцент
кафедры
«Приборные системы и автоматизация
технологических процессов»
+7(978)7679650
u.l.rapatskiy@mail.ru.

Копп Вадим Яковлевич
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»
299053 г. Севастополь ул. Университетская,33
доктор технических наук, профессор кафедры
«Приборные системы и автоматизация
технологических процессов»
+7(978)7420007
v_kopp@mail.ru.

Заморенов Михаил Вадимович
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»
299053 г. Севастополь ул. Университетская,33
кандидат технических наук, доцент кафедры
«Информационные технологии и компьютерные
системы»
+7(978)7420003
zamik@mail.ru

Обжерин Юрий Евгеньевич
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»
299053 г. Севастополь
ул. Университетская,33
доктор технических наук,
профессор кафедры
«Высшая математика»
+7(978)8221328
YEObjerin@sevsu.ru

YU.L. RAPATSKIY, M.V. ZAMORENOV, V.YA. KOPP, YU.E. OBJERIN

ANALYSIS OF PRODUCTIVITY AND RELIABILITY OF TECHNOLOGICAL PROCESSES IN MECHANICAL ENGINEERING ON THE BASIS OF THE SEMI-MARKOV MODEL

Abstract. *A general semi-Markov mathematical model is considered that allows one to investigate the performance and reliability of various technological processes in the mechano-assembly industry. The proposed model allows to investigate, in particular, the technological processes of manufacturing parts with thread and assembly of threaded connections. The main apparatus of the study is the theory of semi-Markov processes with a common phase space, operating with a general form of the distribution function of random variables. In the constructed model, not only moment characteristics are determined, but also the distribution function of the service time of a unit of production, taking into account non-estimating failures, on the basis of the solution of the Markov recovery equations. The latter is especially important if the process under consideration enters the subsystem into another system located at a higher hierarchy level, since it is distribution functions that are required to interface models of hierarchical levels with each other as model output information.*

Keywords: *semi-Markov model, threaded connection, reliability, process productivity, automated assembly, various types of failures*

BIBLIOGRAPHY

1. Korolyuk V.S. Protsessy markovskogo vosstanovleniya v zadachakh nadezhnosti sistem / V.S. Korolyuk, A.F. Turbin. – K.: Nauk. dumka.1982. 236 s.
2. Korolyuk V.S. Stokhasticheskiye modeli sistem / Otv. red. A.F. Turbin. – K: Nauk. dumka. 1989. 208 s.
3. Korolyuk V.S. Polumarkovskiy protsessy i ikh prilozheniya / V.S. Korolyuk, A.F. Turbin. – K.: Nauk. dumka, 1976. – 181 s.4. Kopp V.YA., Obzherin YU.Ye., Peschanskiy A.I. Stokhasticheskiye modeli avtomatizirovannykh proizvodstvennykh sistem s vremennym rezervirovaniyem / V.YA. Kopp, YU.Ye. Obzherin, A.I. Peschanskiy. – Sevastopol': Izd-vo SevNTU, 2000. 284 s.
5. Brodi S.M. Raschet i planirovaniye ispytaniy sistem na nadezhnost' / S.M Brodi, O.N Vlasenko, B.G. Marchenko. – K.: Naukova dumka, 1970. 192 s.
6. Obzherin Yu.E., Boyko Ye.G. Semi-Markov Models. Control of Restorable Systems with Latent Failures. Elsevier, Academic press, USA, 2015. 214 p.
7. Peschansky A.I. Semi-Markov Models of One-Server Loss Queues with Recurrent Input. Germany: LAP LAMPERT Academic Publishing, 2013. 138 p.
8. Yampol'skiy L.S. Avtomatizatsiya proyektirovaniya i upravleniya v gibkom avtomatizirovannom proizvodstve/ L.S. Yampol'skiy, Z. Banashak.– K.: Tekhnika, 1989. – 214 s.
9. Lipka V.M. Analiz vozdeystviya tekhnologicheskoy nasledstvennosti pri izgotovlenii detaley s rez'boy na nadezhnost' rez'bovykh soyedineniy v sudovykh mashinakh i mekhanizmach/ V.M. Lipka, YU.L. Rapatskiy // Ushakovskiy chteniya: Materialy Pyatoy Mezhdvuzovskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Sevastopol', 22-23 fevralya 2018 g.). – Sevastopol': OOO «PK KIA», 2018.- s.61-69

10. Lipka V.M. Povysheniye nadezhnosti rez'bovykh soyedineniy pri sborke avtomobil'nykh silovykh agregatov/ V.M. Lipka, YU.L. Rapatskiy // Vysokiye tekhnologii v mashinostroyenii: sb. nauch. trudov. –Khar'kov, NTU «KHPI», 2012. – Vyp.1 (22). – s. 199-210.

11. Kirichek A.V., Afonin A.N. Rez'bonakatyvaniye.: Biblioteka tekhnologa. - M.: Mashinostroyeniye, 2009.- 312 s.

12. Yakukhin V.G. Vysokotekhnologichnyye metody metalloobrabotki.: Uchebnik. – Pod red. O.V. Taratynova. – M.: MGIU, 2011. –362 s.

13. Afonin A.N. Skhemy deformirovaniya pri nakatyvanii rez'b / A.N. Afonin, A.V. Kirichek // Izvestiya OrelGTU. Ser. Fundamental'nyye i prikladnyye problemy tekhniki i tekhnologii: sb. nauch. tr. — Orel, 2009. — Vyp. 6/278 (577). — S. 39–42.

14. Kirichek A.V. Opredeleniye diametra zagotovok pod nakatyvaniye rez'by s pomoshch'yu sistem 3D modelirovaniya / A.V. Kirichek, A.N. Afonin // STIN. — 2005. — №6. — S. 28–30.

15. Prokof'yev A.N. Razrabotka sistemy vybora optimal'nogo metoda obrabotki rez'by. // Kachestvo mashin. Sbornik trudov. Bryansk. – BGTU. – 2001. – S.88 – 89.

16. Kopp V.YA. Ispol'zovaniye neyronnykh setey pri analize funktsionirovaniya tekhnicheskoy struktury s vremennym rezervirovaniyem / V.YA Kopp. A.L Kartashov., M.V.Zamorenov, L.Ye. Kartashov // Izvestiya TulGU. Tekhnicheskkiye nauki. Vyp. 12: v 2 ch. CH. 1 Tula: Izd-vo TulGU, 2015, S. 67-80

17. Kopp V.YA. Modelirovaniye avtomatizirovannykh proizvodstvennykh sistem: monografiya. — Sevastopol': SevNTU, 2012. — 700 s.

18. Kopp V.YA. Modelirovaniye avtomatizirovannykh liniy / V.YA. Kopp, YU.Ye. Obzherin, A.I. Peschanskiy. Monografiya. – Sevastopol': Izd-vo SevNTU, 2006. – 240 s.

19. Mikhlin S.G. Integral'nyye uravneniya i ikh prilozheniya k nekotorym problemam mekhaniki, matematicheskoy fiziki i tekhniki. M.: Gostekhizdat, 1949. 380 s.

Rapatskiy Yuri Leonidovich

Sevastopol State University, Director of the Center for Educational Quality Assessment, Associate Professor of

Chair «Instrumentation systems and automation of technological processes» 299053

c. Sevastopol, 33 University street

+7(978)7679650

u.l.rapatskiy@mail.ru.

Zamorenov Mikhail Vadimovich

Sevastopol State University

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Chair «Information technologies and computer systems»

299053 c. Sevastopol, 33 University street

+7(978)7420003

zamik@mail.ru

Kopp Vadim Yakovlevich

Sevastopol State University Doctor of Technical Sciences, Professor of Chair «Instrumentation systems and automation of technological processes» "

299053 c. Sevastopol, 33 University street

+7(978)7420007

v_kopp@mail.ru.

Obzherin Yuri Evgenyevich

Sevastopol State University

Doctor of Technical Sciences,

Professor of Chair

«Higher Mathematics» "

299053 c. Sevastopol,

33 University street

+7(978)8221328

YEObjerin@sevsu.ru

УДК 621.9

Е.М. СЕЛЕМЕНЕВА, Л.И. ГУБАРЕВА, М.Ф. СЕЛЕМЕНЕВ, А.А. ЧЕРЕПЕНЬКО

ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКИЕ ДЕФОРМАЦИИ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЖЕНИЯХ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы тепломеханических деформаций рабочих поверхностей при циклических нагрузениях. Приведена методика расчета изгиба рабочей поверхности при нагружении.

Ключевые слова: поверхности, напряжения, температура, изгиб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эффективные способы и технологические процессы внутрипроцессной влажно -тепловой обработки деталей швейных изделий [Текст] // Болотских Д.И., Черепенько А.А., Черепенько А.П. «Швейная промышленность». 2009. № 3. с. 45-46.

2. Эффективные способы и технологические процессы внутрипроцессной влажно -тепловой обработки деталей швейных изделий [Текст] // Болотских Д.И., Черепенько А.А., Черепенько А.П. «Швейная промышленность». 2009. № 6. С. 22.

3. Аналитические исследования геометрии рабочей поверхности гладильной подушки после изгиба в процессе эксплуатации [Текст] // Черепенько А.А., Черепенько А.П., Жаворонков А.И. «Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии». 2013. № 5 (301). с. 115-121.

4. Аналитические исследования процесса изгиба рабочей поверхности гладильной подушки черепенько Черепенько А.А., Черепенько А.П., Жаворонков А.И. «Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии». 2013. № 6 (302). с. 89-99.

5. Ландау Л. Д., Лившиц Е. М. Теория упругости. – М.: Наука, 1987. – 503 с.

6. Марчук Г. И. Методы вычислительной математики. 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1989. - 608 с.

7. Смирнов В. И. Курс высшей математики. т. 4. – М.: Наука, 1951. С. 212-216.

Селеменова Елена Михайловна

ФГБОУ ВО ОГУ имени И.С. Тургенева, г.Орел
Студентка кафедры «Технология
предпринимательства»
Тел 89102036687,
E-mail: selemenevae@mail.ru

Губарева Людмила Ивановна

ФГБОУ ВО ОГУ имени И.С. Тургенева, г.Орел
Кандидат педагогических наук, доцент кафедры
«Профессионального обучения и бизнеса»
Тел 89102676005,
E-mail: gubareva16@yandex.ru

Селеменов Михаил Федорович

ФГБОУ ВО ОГУ имени И.С. Тургенева, г.Орел
Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Машиностроения»
Тел 89102670717,
E-mail: selemenev2007@yandex.ru

Черепенько Аркадий Анатольевич

ФГБОУ ВО ОГУ имени И.С. Тургенева, г.Орел
Доктор технических наук, профессор кафедры
«Машиностроения»
Тел 89107486625,
E-mail: arkan@nxt.ru

E.M. SELEEMENEVA, L.I. GUBAREVA, M.F. SELEEMENEV, A.A. CHEREPENKO

TEPLOMECHANICAL DEFORMATIONS OF COMPLEX PROFILE SURFACES UNDER CYCLIC LOADS

Abstract. *The article deals with the issues of thermal mechanical deformations of working surfaces under cyclic loading. The technique for calculating the bending of the working surface under loading is given.*

Keywords: *surfaces, stresses, temperature, bending.*

BIBLIOGRAPHY

1. Effective methods and technological processes of in-process wet-heat treatment of parts of garments [Text] // Bolotskikh DI, Cherepenko AA, Cherepenko AP "Sewing Industry". 2009. № 3. With. 45-46.

2. Effective methods and technological processes of in-process wet-heat treatment of parts of garments [Text] // Bolotskikh DI, Cherepenko AA, Cherepenko A.P. "Sewing Industry". 2009. № 6. P. 22.

3. Analytical studies of the geometry of the working surface of the ironing pad after bending during operation. [Text] // Cherepenko AA, Cherepenko AP, Zhavoronkov AI "Fundamental and Applied Problems of Engineering and Technology". 2013. No. 5 (301). from. 115-121.

4. Analytical studies of the process of bending the working surface of an ironing pad cherepenko Cherepenko AA, Cherepenko AP, Zhavoronkov AI "Fundamental and Applied Problems of Engineering and Technology". 2013. No. 6 (302). from. 89-99.

5. LD Landau, EM Livshits. Theory of Elasticity. - Moscow: Nauka, 1987. - 503 p.

6. GI Marchuk. Methods of computational mathematics. 3rd ed., Revised. and additional. - Moscow: Nauka, 1989. - 608 p.

7. Smirnov VI Course of Higher Mathematics. t. 4. - Moscow: Nauka, 1951. P. 212-216.

Selemeneva Elena Mikhailovna

FGBOU IN OSU named after I.S. Turgenyev, the city of
Orel
Student of the department "Technology and
Entrepreneurship"
Tel 89102036687,
E-mail: selemenevae@mail.ru

Gubareva Lyudmila Ivanovna

FGBOU IN OSU named after I.S. Turgenyev, the city of
Orel
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of
the Department of "Professional Training and Business"
Phone 89102676005,
E-mail: gubareva16@yandex.ru

Selemenev Mikhail Fedorovich

FGBOU IN OSU named after I.S. Turgenyev, the city of
Orel
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of
the Machine Engineering Department
Phone 89107486625,

Cherepenko Arkady Anatolyevich

FGBOU IN OSU named after I.S. Turgenyev, the city of
Orel
Doctor of Technical Sciences, Professor of the
Department of "Machine Building"
Tel 89107486625,

УДК 621.791.927.5

М.А. СЕРЕЖКИН, Д.В. АНДРЕЕВА

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКОЙ С ФЕРРОМАГНИТНОЙ ШИХТОЙ КУЛАЧКОВ ВЕДУЩЕГО КОЛЕСА ЭКСКАВАТОРА ЭКГ-5А

Аннотация. Настоящая работа посвящена исследованию влияния состава ферромагнитной шихты на твердость наплавленного слоя для повышения ресурса ведущего колеса экскаватора ЭКГ-5А из стали 35ХМЛ, а также приведены сведения об износе кулачков ведущего колеса, режимах наплавки, химическом составе ферромагнитной шихты и структуре наплавленного слоя.

Ключевые слова: ведущее колесо, кулачки, электродуговая наплавка, ферромагнитная шихта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глазунов С.Н. Модернизированное оборудование для восстановления деталей машин с горизонтальной осью вращения/ С.Н. Глазунов, В.Г. Вялков, П.А. Цирков // Труды ГОСНИТИ, 2014. Т. 117. С. 256-261.
2. Дашков В.Н. Порошковый материал для упрочнения и восстановления деталей, работающих в условиях интенсивного износа/ В.Н. Дашков, Ю.Т. Антонишин, В.А. Сокол// Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Международной научно-технической конференции. –Минск, 2012. -С.236-239.
3. Сайфуллин Р.Н. Долговечность деталей восстановленных электроконтактной приваркой стальной ленты/ Р.Н. Сайфуллин, И.Р. Гаскаров// Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2010. – № 1. –С.44-47.
4. Вялков В.Г. Применение способа электродуговой наплавки ферромагнитной шихтой для изготовления и восстановления роликов системы вторичного охлаждения УНРС/ В.Г. Вялков., С.Н. Глазунов, Л.Д. Варламова, П.А. Цирков// Труды ГОСНИТИ. 2015. Т. 121. -С.197-205.
5. Вялков В.Г. Восстановление электродуговой наплавкой с ферромагнитной шихтой коренных и шатунных шеек коленчатого вала двигателя автомобиля «КАМАЗ»/ В.Г. Вялков., С.Н. Глазунов, Л.Д. Варламова, П.А. Цирков // Труды ГОСНИТИ. 2016. Т. 123. -С.140-152.

Сережкин Михаил Александрович
Московский государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана
Кандидат технических наук, ассистент кафедры
«Технологии обработки материалов»
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., 5, стр.1
Тел.: +7 (499) 267-00-96
E-mail: serezhkin@bmstu.ru

Андреева Дарья Владимировна
Московский государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана
Студент кафедры «Технологии обработки
материалов»
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., 5, стр.1
Тел.: +7 (499) 267-00-96
E-mail: andreeva2797@outlook.com

М.А. SEREZHKIN, D.V. ANDREEVA

RESTORATION BY ELECTRIC ARC WELDING WITH A FERROMAGNETIC CHARGE CAMS OF THE DRIVING WHEEL AN EXCAVATOR EKG-5A

Abstract. The article is devoted to the study of the influence of the composition of the ferromagnetic charge on the hardness of the deposited layer to increase the service life of the drive wheel (made of 35KhML steel) of an excavator EKG-5A. Also provides information on the wear of the drive wheel cams, surfacing modes, the chemical composition of the ferromagnetic charge, and the structure of the deposited layer.

Keywords: drive wheel, cams, electric arc welding, ferromagnetic charge.

BYBLIOGRAPHY

1. Glazunov S.N. Upgraded equipment for restoring machine parts with a horizontal axis of rotation / S.N. Glazunov, V.G. Vyalkov, P.A. Tsirkov // Proceedings of GOSNITI, 2014. // Т. 117. pp. 256-261.
2. Dashkov V.N. Powder material for hardening and rebuilding of details subjected to intensive usage/ V.N. Dashkov, Yu.T. Antonishin, V.A. Sokol // Scientific and technical progress in agricultural production: materials of the International Scientific and Technical Conference. –Minsk, 2012. –pp.236-239.
3. Saifullin R.N. Durability of details by restored by electrocontact welding of steel tape / R.N. Saifullin, I.R. Gaskarov // Bulletin of the Bashkir State Agrarian University. - 2010. - No 1. –pp.44-47.
4. Vyalkov V.G. Application of the method of electric arc welding by ferromagnetic charge for the manufacture and restoration of the rollers of the secondary cooling system UNRS / V.G.Vyalkov., S.N. Glazunov, L.D.Varlamov, P.A. Tsirkov // Proceedings of GOSNITI. 2015. Т. 121. pp. 197-205.
5. Vyalkov V.G. Restoration by electric arc welding with a ferromagnetic charge of the main and connecting rod necks of the crankshaft of the KAMAZ automobile engine / V.G. Vyalkov., S.N. Glazunov, L.D.Varlamov, P.A. Tsirkov // Proceedings of GOSNITI. 2016. Т. 123. pp. 140-152.

Serezhkin Mikhail Aleksandrovich

Bauman Moscow State Technical University
Candidate of Technical Science, Assistant of Department
«Technologies of material working»
105005, Moscow, 2-ya Baumanskaya, 5
Tel.: +7 (499) 267-00-96
E-mail: serezhkin@bmsu.ru

Andreeva Daria Vladimirovna

Bauman Moscow State Technical University
Student of Department «Technologies of material working»
105005, Moscow, 2-ya Baumanskaya, 5
Tel.: +7 (499) 267-00-96
E-mail: andreeva2797@outlook.com

УДК 621.9.07

Р.В. АНИСИМОВ, А.С. ТАРАПАНОВ

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ СО СЛОЖНЫМИ ПЕРИОДИЧЕСКИМИ ПРОФИЛЯМИ

***Аннотация.** Разработка новых конструкций режущего инструмента тесно связана с классифицией конструктивных особенностей и геометрических параметров деталей со сложными периодическими профилями. Это позволяет выявить общие элементы и способы изготовления новых конструкций инструмента, повысить эффективность технологии изготовления изделий со сложным периодическим профилем. В статье рассмотрены изделия со сложным периодическим профилем, применяемые в изделиях отечественного и зарубежного машиностроения. Приведен анализ получения данных изделий, выявлены общие проблемы технологии формообразования рассматриваемых сложных периодических профилей. Авторами предложен метод комплексного анализа процесса формообразования совмещенный с профилированием инструмента, позволяющий решить выявленные проблемы на стадии проектирования технологического процесса.*

Ключевые слова: сложный периодический профиль, незвольвентный профиль, эвольвентный, арочные зубья, классификация.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Митрофанов, С.П. Групповая технология машиностроительного производства: в двух т.Т.1.-3-е изд.-Л: Машиностроение, 1983.-303с.
2. Митрофанов, С.П. Групповая технология машиностроительного производства: в двух т.Т.2.-3-е изд.-Л: Машиностроение, 1983.-346с.
3. Остафьев, В.А. Расчет динамической прочности режущего инструмента. -М.: Машиностроение, 1979.-168 с.
4. Шашкин, А.С. Структурный анализ элементов металлорежущих станков. -М: Машиностроения, 1962.- 384с.
5. Цветков, В.Д. Системно-структурное моделирование автоматизации проектирования технологических процессов. - М.: Машиностроение, 1979.- 276 с.
6. Анисимов, Р.В. Повышение качества деталей транспортных средств с внутренними зубьями незвольвентного профиля// Актуальные вопросы инновационного развития транспортного комплекса. Материалы Международной научно-практической конференции (17-18 мая, 2011). Том 1, ФГОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК». – Орел: ФГОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2011. – 4 с.-с. 91-95
7. Проектирование высокоэффективных процессов зубодолбления незвольвентных профилей: монография / Р.В. Анисимов, А.С. Тарапанов. – М.: Издательский дом «Спектр», 2016. - 175 с.: ил.

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева»
Мценский филиал, г. Мценск
кандидат технических наук, доцент кафедры
«Инженерно-технические дисциплины»
303030, Орловская область, г. Мценск, ул. Тургенева,
д.196
Тел. (48646) 2-24-19
E-mail: roman.anisim@gmail.com

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева», г. Орел
доктор технических наук, профессор
302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95
Тел. (4862) 75-13-18
E-mail: tarapanov@rambler.ru

R.V. ANISIMOV, A.S. TARAPANOV

FEATURES OF TECHNOLOGY OF THE SHAPING OF PARTS WITH DIFFICULT PERIODIC PROFILES

Abstract. *Development of new designs of the cutting tool is closely connected with a classification of design features and geometrical parameters of parts with difficult periodic profiles. It allows to reveal the general elements and ways of production of new designs of the tool, to increase efficiency of manufacturing techniques of products with a difficult periodic profile. In article the products with a difficult periodic profile applied in products of domestic and foreign engineering industry are considered. The analysis of data acquisition of products is provided, common problems of technology of a shaping of the considered difficult periodic profiles are revealed. Authors offered the method of the complex analysis of process of a shaping combined with profiling of the tool, allowing to solve the revealed problems at a design stage of a manufacturing process.*

Keywords: *difficult periodic profile, not evolvent profile, evolvent, arch teeth, classification.*

BIBLIOGRAPHY

1. Mitrofanov, S. P. Group technology of machine-building production: in two t. T.1. - the 3rd prod. - Л: Mechanical engineering, 1983. - 303 pages.
2. Mitrofanov, S. P. Group technology of machine-building production: in two t. T.2. - the 3rd prod. - Л: Mechanical engineering, 1983. - 346 pages.
3. Ostafeyev, V. A. Calculation of a dynamic strength of the cutting tool. - М.: Mechanical engineering, 1979.- 168 pages.
4. Shashkin, A. S. Structure analysis of elements of metal-cutting machines. - М: Mechanical engineering, 1962. - 384 pages.
5. V.D's flowers. System and structural modeling of automation of design of manufacturing processes. - М.: Mechanical engineering, 1979. - 276 pages.
6. Anisimov, R. V. Improvement of quality of parts of vehicles with internal teeth of not evolvent profile//Topical issues of the innovation development of a transport complex. Materials of the International scientific and practical conference (on May 17-18, 2011). Volume 1, FGOU VO "State University - UNPK". - Orel: FGOU VPO "State University - UNPK", 2011. - 4 pages - page 91-95
7. Design of highly effective processes of gear shaping of not evolvent profiles: monograph / R. V. Anisimov, A. S. Tarapanov. - М.: Spektr publishing house, 2016. - 175 pages: silt.

Anisimov Roman Viktorovich
The Oryol state university of I. S. Turgenev
Mtsensk branch, Mtsensk
Ph.D., associate professor "Technical disciplines"
303030, Oryol region, Mtsensk, Turgenev St., 196
Ph. (48646) 2-24-19
E-mail:roman.anisim@gmail.com

Tarapanov Alexander Sergeyeovich
The Oryol state university of I. S. Turgenev, Oryol
Doctor of Engineering, professor
302026, Oryol, Komsomolskaya St., 95
Ph. (4862) 75-13-18
E-mail: tarapanov@rambler.ru

УДК 621.774.63+539.374

А.И. ЗАЙЦЕВ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ГИБКИ ТРУБ НЕПРИВОДНЫМ ВОДИЛОМ

Аннотация. Предложена аппроксимация формы изогнутой оси трубы, отвечающая условию минимальной энергии деформирования, которая используется для расчета силы, проталкивающей заготовку через зону гибки; представлены уравнения, связывающие параметры водила с получаемыми размерами изделий.

Ключевые слова: холодная гибка труб, неизвестная форма изогнутой оси, статическая неопределенность сил, энергетические методы расчета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альбов, И.Н. Гнутье труб с местным зональным нагревом / И.Н. Альбов, А.И. Гальперин // М.: ВНИИЭГАЗПРОМ, 1969. – 50 с.
2. Долгополов, М.И. Методы борьбы с основными дефектами при гибке труб с узкозональным индукционным нагревом / М.И. Долгополов, В.А. Корнилов // Технология машиностроения, 2016, №12. – С. 15 – 19.
3. Гальперин, А.И. Машины и оборудование для изготовления криволинейных участков трубопроводов / А.И. Гальперин // М.: НЕДРА, 1983. – 203 с.
4. Марьин, Б.Н. Изготовление трубопроводов гидрогазовых систем летательных аппаратов / Б.Н.Марьин, В.М.Сапожников, Ю.Л.Иванов и др. // М.: Машиностроение, 1998. – 400 с.
5. Никитин, В.А. Проектирование станков холодной и горячей гибки труб / В.А. Никитин // СПб.: ОАО «ЦТСС», 2011. – 236 с.
6. Безухов, Н.И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести / Н.И. Безухов // М.: «Высшая школа», 1968. – 512 с.
7. Муштари, Х.М. Нелинейная теория упругих оболочек / Х.М. Муштари, К.З. Галимов // Казань: Физико-технический институт Казанского филиала АН СССР, 1957.
8. Власов, В.З. Общая теория оболочек и ее приложения в технике / В.З. Власов // М. – Л.: ГИТТЛ, 1949. – 784 с.
9. Wang, X Wrinkling Limit in Tube Bending / X. Wang, J. Cao // J. of Eng. Mat. and Techn. 20001. Vol. 123, pp 430 – 435.
10. Kyriakides S. Bifurcation and Localization Instabilities in Cylindrical Shells under Bending. Part 1: Experiments / S. Kyriakides and G.T. Ju // Int. J. Solids Struct. 29, 1117. 1992.
11. Ju G.T. Bifurcation and Localization Instabilities in Cylindrical Shells under Bending. Part II: Predictions / G.T. Ju and S. Kyriakides // Int. J. Solids Struct. 29, 1143. 1992.
12. Corona, E. / E. Corona and S.P. Vase // Buckling of Elastic-plastic Square Tubes under Bending. Int. J. Sci. Vol. 38, № 7. pp 753 – 775.

Зайцев Алексей Иванович

ассистент кафедры Машиностроения ОГУ им. И.С.Тургенева.

Контактный телефон 8-930-863-1248

E-mail: alivz@rambler.ru

A.I. ZAITSEV

MATHEMATICAL MODELING AND ANALYSIS OF FLEXIBLE PIPES NON-DRIVEN CARRIER

Abstract. An approximation of the shape of the curved axis of the pipe, which meets the condition of the minimum energy of deformation, which is used to calculate the force pushing the workpiece through the bending zone, is proposed; equations connecting the parameters of the carrier with the resulting dimensions of the products are presented.

Keywords: cold bending of pipes, unknown shape of the curved axis, static uncertainty of forces, energy calculation methods.

BIBLIOGRAPHY

1. Albov, I.N. Gnute trub s mestnym zonalnym nagrevom / I.N. Albov, A.I. Galperin // М.: VNIIEGAZPROM, 1969. – 50 s.
2. Dolgopolov, M.I. Metody borby s osnovnymi defektami pri gibke trub s uzkozonalnym indukcionnym nagrevom / M.I. Dolgopolov, V.A. Kornilov // Tekhnologiya mashinostroeniya, 2016, №12. – S. 15 – 19.
3. Galperin, A.I. Mashiny i oborudovanie dlya izgotovleniya krivolinejnyh uchastkov truboprovodov / A.I. Galperin // М.: NEDRA, 1983. – 203 с.
4. Marin, B.N. Izgotovlenie truboprovodov gidrogazovyh sistem letatelnyh apparatov / B.N.Marin, V.M.Sapozhnikov, Yu.L.Ivanov i dr. // М.: Mashinostroenie, 1998. – 400 s.
5. Nikitin, V.A. Proektirovanie stankov holodnoj i goryachej gibki trub / V.A. Nikitin // SPb.: ОАО «CTSS», 2011. – 236 s.

6. Bezuхов, N.I. Osnovy teorii uprugosti, plastichnosti i polzuchesti / N.I. Bezuхов // М.: «Vysshaya shkola», 1968. – 512 с.
7. Mushtari, H.M. Nelinejnaya teoriya uprugih obolochek / H.M. Mushtari, K.Z. Galimov // Kazan: Fiziko-tehnicheskij institut Kazanskogo filiala AN SSSR, 1957.
8. Vlasov, V.Z. Obshchaya teoriya obolochek i ee prilozheniya v tekhnike / V.Z. Vlasov // М. – Л.: GITTL, 1949. – 784 с.
9. Wang, X Wrinkling Limit in Tube Bending / X. Wang, J. Cao // J. of Eng. Mat. and Techn. 20001. Vol. 123, pp 430 – 435.
10. Kyriakides S. Bifurcation and Localization Instabilities in Cylindrical Shells under Bending. Part 1: Experiments / S. Kyriakides and G.T. Ju // Int. J. Solids Struct. 29, 1117. 1992.
11. Ju G.T. Bifurcation and Localization Instabilities in Cylindrical Shells under Bending. Part II: Predictions / G.T. Ju and S. Kyriakides // Int. J. Solids Struct. 29, 1143. 1992.
12. Corona, E. / E. Corona and S.P. Vase // Buckling of Elastic-plastic Square Tubes under Bending. Int. J. Sci. Vol. 38, № 7. pp 753 – 775.

Zaitsev Alexey Ivanovich

Assistant, Department of mechanical Engineering, Orel state University named after I. S. Turgenev
Contact phone 8-930-863-1248
E-mail: alivz@rambler.ru

МАШИНОВЕДЕНИЕ И МЕХАТРОНИКА

УДК 621.82

М.Э. БОНДАРЕНКО, Р.Н. ПОЛЯКОВ, А.В. ГОРИН

ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМБИНИРОВАННОЙ ОПОРЫ С МНОГОЛЕПЕТСКОВЫМ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ ПОДШИПНИКОМ СКОЛЬЖЕНИЯ И АКТИВНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Аннотация. В работе представлен анализ динамических характеристик комбинированной опоры с активным управлением. Определены основные этапы работы комбинированной опоры и представлены основные соотношения жесткости и демпфирования опоры для различных режимов работы. Представлена возможность управления жесткостью и демпфированием комбинированной опоры в процессе ее работы, что позволяет обеспечивать такие собственные частоты ротора, которые не равны текущей частоте вращения.

Ключевые слова: подшипник качения, подшипник скольжения, жесткость, демпфирование, динамическая модель.

Статья выполнена в рамках проекта государственного задания №9.2952.2017/ПЧ «Создание многофункционального лабораторно-методологического комплекса общепрофессиональной подготовки».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаевик, Д.Т. Подшипниковые опоры современных машин [Текст] / Д.Т. Гаевик // М.: Машиностроение, 1985. – 248 с.
2. Горюнов, Л.В. Особенности работы совмещенной опоры в системе авиационного ГТД [Текст] / Л.В. Горюнов, В.В. Такмовцев, В.С. Гагай, А.Н. Королев, Л.И. Бурлаков // Вестник Казан. гос. техн. ун-та им. А.Н. Туполева, 1998. – № 3. – С. 12-14.
3. Поляков, Р.Н. Комбинированный подшипниковый узел с активным управлением зазора лепесткового газодинамического подшипника [Текст] / Р.Н.Поляков, М.Э.Бондаренко, Л.А. Савин // Динамика и виброакустика машин: сборник докладов второй международной научно-технической конференции 15-17 сентября 2014 г. – Самара: СГАУ, 2014. – В 2 томах. – Т.2. – С. 677-681.
4. Polyakov, R.N. Hybrid Bearing with Actively Adjustable Radial Gap of Gas Foil Bearing [Text] / R.N. Polyakov, M.E. Bondarenko, L.A. Savin // Procedia engineering, 2015. – Vol. 106C. – PP. 132-140.
5. Polyakov, R.N. Dynamics of the multimass rotor on active hybrid bearings [Text] / R.N. Polyakov, S.V. Mayorov, M.E. Bondarenko, L.A. Savin // Proceedings of the ECOMAS Thematic conference on multibody dynamics 2015 – Barcelona, June 29 – July 2, 2015. – PP 912-923
6. Перель, Л.Я. Подшипники качения: Расчет, проектирование и обслуживание опор: Справочник / Л.Я. Перель, А.А. Филатов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992. – 608 с.: ил.

7. Коровчинский, М.В. Теоретические основы работы подшипников скольжения [Текст] / М.В. Коровчинский. – М.: Машгиз, 1959. – 404 с.
8. Чернавский, С.А. Подшипники скольжения [Текст] / С.А. Чернавский. – М.: Машгиз, 1963. – 244 с.
9. КонстантINESКУ, В.Н. Подшипники скольжения: расчет, проектирование, смазка [Текст] / В.Н. КонстантINESКУ, Н. ТИПЕЙ. – Бухарест: Изд-во АН РНР, 1964. – 458 с.
10. Савин, Л.А. Моделирование роторных систем с опорами жидкостного трения: монография [Текст] / Л.А. Савин, О.В.Соломин // М.: Машиностроение-1, 2006. – 444 с.
11. Wensing, J.A. On the dynamics of ball bearings. PhD thesis, University of Twente, Enschede, The Netherlands, 1998

Бондаренко Максим Эдуардович
 ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел
 Ассистент кафедры мехатроники, механики и робототехники
 E-mail: maxbondarenko22@yandex.ru

Поляков Роман Николаевич
 ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел
 Д-р. техн. наук, доцент кафедры мехатроники, механики и робототехники
 E-mail: romanpolak@mail.ru

Горин Андрей Владимирович
 ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел
 Канд. техн. наук, доцент кафедры мехатроники, механики и робототехники
 E-mail: gorin57@mail.ru

M.E. BONDARENKO, R.N. POLYAKOV, A.V. GORIN

DYNAMIC CHARACTERISTICS OF A COMBINED SUPPORT WITH A MULTI-PETS GAS-DYNAMIC SLIDING BEARING AND ACTIVE CONTROL

Abstract. *The paper presents an analysis of the dynamic characteristics of the hybrid bearing with active control. Main stages of the hybrid bearing's operation have been identified and basic relationships of stiffness and damping of the bearing have been presented for various operational regimes. Possibility of stiffness and damping characteristics control of the hybrid bearing has been presented which allows provision of such eigenfrequencies that rotation frequencies during all stages of operation of the hybrid bearing are not equal to them.*

Keywords: rolling bearing, foil bearing, stiffness, damping, dynamic model.

BIBLIOGRAPHY

- Gaevik, D.T. Podshipnikovye opory sovre-mennyh mashin [Tekst] / D.T. Gaevik // M.: Mashino-stroenie, 1985. – 248 s.
- Goryunov, L.V. Osobennosti raboty sovmeshchennoj opory v sisteme aviacionnogo GTD [Tekst] / L.V. Goryunov, V.V. Takmorcev, B.C. Gagaj, A.N. Korolev, L.I. Burlakov // Vestnik Kazan. gos. tekhn. un-ta im. A.N. Tupoleva, 1998. – № 3. – S. 12-14.
- Polyakov, R.N. Kombinirovannyj podshipnikovyj uzel s aktivnym upravleniem zazora lepestkovogo gazodinamicheskogo podshipnika [Tekst] / R.N.Polyakov, M.EH.Bondarenko, L.A. Savin // Dinamika i vibroakustika mashin: sbornik dokladov vtoroj mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii 15-17 sentyabrya 2014 g. – Samara: SGAU, 2014. – V 2 tomah. – T.2. – S. 677-681.
- Polyakov, R.N. Hybrid Bearing with Actively Adjustable Radial Gap of Gas Foil Bearing [Text] / R.N. Polyakov, M.E. Bondarenko, L.A. Savin // Procedia engi-neering, 2015. – Vol. 106C. – PP. 132-140.
- Polyakov, R.N. Dynamics of the multimass rotor on active hybrid bearings [Text] / R.N. Polyakov, S.V.Mayorov, M.E. Bondarenko, L.A. Savin // Proceedings of the ECOMAS Thematic conference on multibody dynamics 2015 – Barcelona, June 29 – July 2, 2015. – PP 912-923
- Perel', L.YA. Podshipniki kacheniya: Raschet, proektirovanie i obsluzhivanie opor: Spravochnik / L.YA. Perel', A.A. Filatov. – 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Mashinostroenie, 1992. – 608 s.: il.
- Korovchinskij, M.V. Teoreticheskie osnovy ra-boty podshipnikov skol'zheniya [Tekst] / M.V. Korov-chinskij. – M.: Mashgiz, 1959. – 404 s.
- CHernavskij, S.A. Podshipniki skol'zheniya [Tekst] / S.A. CHernavskij. – M.: Mashgiz, 1963. – 244 s.
- Konstantinesku, V.N. Podshipniki skol'zhe-niya: raschet, proektirovanie, smazka [Tekst] / V.N. Konstantinesku, N. Tipej. – Buharest: Izd-vo AN RNR, 1964. – 458 s.
- Savin, L.A. Modelirovanie rotornyh sistem s oporami zhidkostnogo treniya: monografiya [Tekst] / L.A. Savin, O.V.Solomin // M.: Mashinostroenie-1, 2006. – 444 s.
11. Wensing, J.A. On the dynamics of ball bearings. PhD thesis, University of Twente, Enschede, The Netherlands, 1998

Bondarenko Maxim Eduardovich
Orel State University
Assistent of the Department
mechatronics, mechanics and robotics
E-mail:
maxbondarenko22@yandex.ru

Polyakov Roman Nikolaevich
Orel State University
Doctor of technical Sciences,
associate Professor of the Department
mechatronics, mechanics and robotics
E-mail: romanpolak@mail.ru

Gorin Andrey Vladimirovich
Orel State University
Candidate of technical Sciences,
associate Professor of the Department
mechatronics, mechanics and robotics
E-mail: gorin57@mail.ru

УДК 62-522

А.Ю. БАБИН

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ РОТОРА НА АКТИВНОМ УПОРНОМ ГИДРОСТАТОДИНАМИЧЕСКОМ ПОДШИПНИКЕ С УЧЁТОМ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Аннотация. В работе представлена концептуальная, математическая и алгоритмическая модели динамического поведения ротора на активном гидростатодинамическом подшипнике. Математическая модель динамической системы «ротор-подшипник» основана на уравнениях, описывающих распределение давления в смазочном слое упорного гидростатодинамического подшипника с учётом наличия питающей камеры, и уравнении движения. На основе математической модели разработана алгоритмическая модель в среде Matlab Simulink, включающая блок моделирования динамической системы и дополнительные блоки, описывающие работу элементов системы управления. Показано влияние различных параметров системы управления на динамическое поведение ротора на активном упорном гидростатодинамическом подшипнике.

Ключевые слова: мехатроника, математическая модель, алгоритмическая модель, активное управление.

Настоящее исследование выполнено в рамках выполнения проекта РНФ № 16-19-00186 «Планирование оптимальных по расходу энергии траекторий движения роторов мехатронных модулей в средах сложной реологии» (разработка концептуальной и математической моделей АУГСДП, проведение вычислительного эксперимента) и Министерства науки и высшего образования проект № 9.2952.2017/ПЧ «Создание многофункционального лабораторно-методологического комплекса общинженерной подготовки» (разработка алгоритмической модели и программного комплекса в среде Simulink, проведение вычислительного эксперимента).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Deckler D.C., Veillette R.J., Braun M.J., Choy F.K. Simulation and Control of an Active Tilting-Pad Journal Bearing // Tribology Transactions Vol. 47, 2004. PP. 440–458.
2. Santos, I.F. Design and evaluation of two types of active tilting pad journal bearings // The Active Control of Vibration. Mechanical Engineering Publications: London, UK, 1994. PP. 79–87.
3. Agrawal, A., Ciocanel, C., Martinez, T., Duggan, J. A Bearing Application Using Magnetorheological Fluid // Journal of Intelligent Material Systems and Structures, Vol. 13, 2002. PP. 667–673.
4. Laukiavich, C.A., Braun, M.J., Chandy, A.J. A comparison between the performance of ferro- and magnetorheological fluids in a hydrodynamic bearing // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J Journal of Engineering Tribology, Vol. 228, 2014. PP. 649–666.
5. Santos I. F., Nicoletti R., Scalabrin A. Feasibility of Applying Active Lubrication to Reduce Vibration in Industrial Compressors // ASME Journal of Engineering for Gas Turbine and Power, Vol. 126, Issue 4, 2004. PP. 888–894.
6. Kytka P., Riemann B., Nordmann R. Application of Feedforward-Disturbance-Compensation and Input-Shaping to a Machine z-Axis in Active Hydrostatic Bearings // Proceedings of the 9th International Conference on Motion and Vibration Control, 2000. PP. 445 - 454.
7. Савин, Л.А. Моделирование роторных систем с опорами жидкостного трения: монография [Текст] / Л.А. Савин, О.В.Соломин // М.: Машиностроение-1, 2006. – 444 с.
8. Hori Y. Hydrodynamic Lubrication // Springer-Verlag Tokyo, 2006. 238 p.
9. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления / Пер. с англ. Б. И. Копылова. М.: Лаборатория базовых знаний, 2002. 832 с.
10. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием - М.: "Горячая линия-Телеком", 2009. 608 с.
11. Солодовников В.В., Плотников В.Н., Яковлев А.В. Теория автоматического управления техническими системами: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГТУ, 1993. – 492 с., ил.

Бабин Александр Юрьевич

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел

младший научный сотрудник ПНИЛ «Моделирование гидромеханических систем»

E-mail: alex.mech.osu@gmail.com

A.YU. BABIN

MODELING OF THE ROTOR DYNAMIC BEHAVIOR ON ACTIVE REFINED HYDROSTATODYNAMIC BEARING TAKING INTO ACCOUNT THE PARAMETERS OF ELEMENTS OF THE CONTROL SYSTEM

Abstract. *The paper presents a conceptual, mathematical and algorithmic model of the dynamic behavior of the rotor on an active hybrid bearing. The mathematical model of the dynamic “rotor-bearing” system is based on equations governing the pressure distribution in the lubricating layer of a thrust hybrid bearing, taking into account external pressure supply, and the equation of motion. On the basis of a mathematical model, an algorithmic model has been developed in Matlab Simulink, which includes a dynamic system simulation block and additional blocks describing the operation of the control system elements. The influence of various parameters of the control system on the dynamic behavior of the rotor on an active thrust hybrid bearing is shown.*

Keywords: *mechatronics, mathematical model, algorithmic model, active control.*

BIBLIOGRAPHY

1. Deckler D.C., Veillette R.J., Braun M.J., Choy F.K. Simulation and Control of an Active Tilting-Pad Journal Bearing // Tribology Transactions Vol. 47, 2004. PP. 440–458.
2. Santos, I.F. Design and evaluation of two types of active tilting pad journal bearings // The Active Control of Vibration. Mechanical Engineering Publications: London, UK, 1994. PP. 79–87.
3. Agrawal, A., Ciocanel, C., Martinez, T., Duggan, J. A Bearing Application Using Magnetorheological Fluid // Journal of Intelligent Material Systems and Structures, Vol. 13, 2002. PP. 667–673.
4. Laukiavich, C.A., Braun, M.J., Chandy, A.J. A comparison between the performance of ferro- and magnetorheological fluids in a hydrodynamic bearing // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J Journal of Engineering Tribology, Vol. 228, 2014. PP. 649–666.
5. Santos I. F., Nicoletti R., Scalabrin A. Feasibility of Applying Active Lubrication to Reduce Vibration in Industrial Compressors // ASME Journal of Engineering for Gas Turbine and Power, Vol. 126, Issue 4, 2004. PP. 888–894.
6. Kytka P., Riemann B., Nordmann R. Application of Feedforward-Disturbance-Compensation and Input-Shaping to a Machine z-Axis in Active Hydrostatic Bearings // Proceedings of the 9th International Conference on Motion and Vibration Control, 2000. PP. 445 - 454.
7. Savin, L.A. Modelirovanie rotornyh sistem s oporami zhidkostnogo treniya: monografiya [Tekst] / L.A. Savin, O.V.Solomin // M.: Mashinostroenie-1, 2006. – 444 s.
8. Hori Y. Hydrodynamic Lubrication // Springer-Verlag Tokyo, 2006. 238 p.
9. Dorf R., Bishop R. Sovremennyye sistemy upravleniya / Per. s angl. B. I. Kopylova. M.: Laboratoriya bazovyh znaniy, 2002. 832 s.
10. Denisenko V.V. Komp'yuternoe upravlenie tekhnologicheskim processom, ehksperimentom, oborudovaniem - M.: "Goryachaya liniya-Telekom", 2009. 608 s.
11. Solodovnikov V.V., Plotnikov V.N., YAKovlev A.V. Teoriya avtomaticheskogo upravleniya tekhnicheskimi sistemami: Uchebnoe posobie. – M.: Izd-vo MGTU, 1993. – 492 s., il.

Babin Alexander Yurievich

Orel State University

Junior researcher RL «Modelling of hydromechanical systems»

E-mail: alex.mech.osu@gmail.com

УДК 621.82

Л.А. САВИН, Н.В. КОМАРОВ

ТРАЕКТОРИЯ ДВИЖЕНИЯ РОТОРОВ С ГИДРОСТАТОДИНАМИЧЕСКИМИ ОПОРАМИ С АЭРИРОВАННОЙ СМАЗКОЙ

Аннотация. *Рассмотрены физические явления и основные факторы, влияющие на динамические характеристики роторов. Сформирована математическая и алгоритмическая модели расчёта траекторий*

движения роторов в гидростатодинамических подшипниках при смазке аэрированной жидкостью. Приведены расчётные соотношения для определения теплофизических параметров смазочного материала на основе однородной модели. Представлены результаты расчёта траекторий и экспериментальные данные по оценке колебаний роторов в зависимости от величины газосодержания в смазочном слое.

Ключевые слова: гидростатодинамический подшипник, математическая модель, вычислительный алгоритм и программа расчёта, аэрированная смазка, теплофизические свойства, однородная модель, гидродинамические силы, амплитуда колебаний, коэффициент турбулентности, траектория движения.

Представленная в статье математическая модель и результаты исследования выполнены в рамках проекта РНФ № 16-18-001816, проектирование экспериментальной установки и методики опытных исследований проводилось в рамках проекта государственного задания №9.2952.2017/ПЧ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кицинский Д. Влияние аэрации масла на статистические и динамические характеристики радиальных гидродинамических подшипников скольжения // РЖММ, 1984. – №2. – с. 48. 431.
2. Фэн Н., Хан Е. Влияние пузырьков газа на характеристики демпфера со сдавливаемой пленкой // Проблемы трения и смазки. – 1987. – с. 87–93.
3. Ефоян А.С., Зоря В.Г., Усик В.В. Влияние газосодержания в рабочей жидкости на устойчивость роторов на гидростатических подшипниках // Исследование и проектирование гидростатических опор и уплотнений быстроходных машин. – Харьков: Изд-во ХАИ, 1976. – Вып. 3. – С. 78–82.
4. Савин Л.А. Расчет динамических характеристик роторов на гидростатических подшипниках смазываемых криогенными жидкостями // Исследование гидростатических опор и уплотнений двигателей летательных аппаратов. – Харьков: ХАИ, 1987. – С. 16 – 21.
5. Savin L., Solomin O., Ustinov D. Rotor dynamics on friction bearing with cryogenic lubrication // Tenth World Congress on the Theory of Machines and Mechanisms: Proceedings. Oulu, Finland: Oulu University. – Vol. 4. – P. 1716 – 1721.
6. Савин, Л.А. Моделирование роторных систем с опорами жидкостного трения: монография / Л.А. Савин, О.В. Соломин. – М.: Машиностроение-1, 2006. – 444 с.
7. Уоллис Г. Одномерное двухфазное течение. – М.: Мир, 1972. – 440 с.
8. Константиnescу В.Н. Анализ работы подшипников в турбулентном режиме // Техническая механика: Сб. науч. ст. 1964 № 3. С.168 – 176.

Комаров Николай Васильевич
ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел
Ассистент кафедры мехатроники, механики и
робототехники
E-mail: omen-lumen-2@yandex.ru

Савин Леонид Алексеевич
ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел
Д-р. техн. наук, профессор кафедры мехатроники
механики и робототехники
E-mail: savin@ostu.ru

L.A. SAVIN, N.V. KOMAROV

ROTOR MOVEMENT TRAJECTORY WITH HYDROSTATODYNAMIC SUPPORTS AERATED LUBRICANT

Abstract. *Physical phenomena and main factors influencing dynamic characteristics of rotors are considered. Mathematical and algorithmic models were developed for rotor trajectory calculation in journal hydrodynamic bearings lubricated with aerated fluids. Calculation relationships are presented for thermophysical properties calculation of lubricant's parameters based on a homogeneous model. Calculation results are presented of influence of vapour content on trajectory and amplitude of oscillations of rotors. Recommendations are made for taking vapour content's influence on rotor dynamics into account.*

Keywords: *hybrid bearing, mathematical model, calculation algorithm and program, aerated lubrication, thermophysical properties, homogeneous model, hydrodynamic forces, oscillation amplitude, turbulence coefficients, rotor trajectory.*

BIBLIOGRAPHY

1. Kicinskij D. Vliyanie aehracii masla na statisticheskie i dinamicheskie harakteristiki radialnyh gidrodinamicheskikh podshipnikov skolzheniya // RZHMM, 1984. – №2. – s. 48. 431.
2. Fehn N., Han E. Vliyanie puzyrkov gaza na harakteristiki dempfera so sdavlivajemoj plenkoj // Problemy treniya i smazki. – 1987. – s. 87–93. Korovchinskij, M.V. Teoreticheskie osnovy ra-boty podshipnikov skolzheniya [Tekst] / M.V. Korov-chinskij. – M.: Mashgiz, 1959. – 404 s.
3. Efoyan A.S., Zorya V.G., Usik V.V. Vliyanie gazosoderzhaniya v rabochej zhidkosti na ustojchivost rotorov na gidrostaticheskikh podshipnikah // Issledovanie i proektirovanie gidrostaticheskikh opor i uplotnenij bystrohodnyh

mashin. – Har'kov: Izd-vo HAI, 1976. – Vyp. 3. – С. 78–82. Konstantinesku, V.N. Podshipniki skolzheniya: raschet, proektirovanie, smazka [Tekst] / V.N. Konstantinesku, N. Tipej. – Buharest: Izd-vo AN RNR, 1964. – 458 s.

4. Savin L.A. Raschet dinamicheskikh harakteristik rotorov na gidrostaticheskikh podshipnikah smazyvaemykh kriogennymi zhidkostyami // Issledovanie gidrostaticheskikh opor i uplotnenij dvigatelej letatel'nyh apparatov. – Harkov: HAI, 1987. – S. 16 – 21.

5. Savin L., Solomin O., Ustinov D. Rotor dynamics on friction bearing with cryogenic lubrication // Tenth World Congress on the Theory of Machines and Mechanisms: Proceedings. Oulu, Finland: Oulu University. – Vol. 4. – P. 1716 – 1721.

6. Savin, L.A. Modelirovanie rotornykh sistem s oporami zhidkostnogo treniya: monografiya / L.A. Savin, O.V. Solomin. – M.: Mashinostroenie-1, 2006. – 444 s.

7. Uollis G. Odnomernoe dvuhfaznoe techenie. – M.: Mir, 1972. – 440 s.

8. Konstantinesku V.N. Analiz raboty podshipnikov v turbulentsnom rezhime // Tekhnicheskaya mekhanika: Cb. nauch. st. 1964 № 3. S.168 – 176.

Komarov Nikolaj Vasilevich

Orel State University

Assistant of the Department mechatronics, mechanics and robotics

E-mail: omen-lumen-2@yandex.ru

Savin Leonid Alekseevich

Orel State University

Dr. tech. sc., professor with the department of mechatronics, mechanics and robotics

E-mail: savin@ostu.ru

УДК 62-52

И.Г. УСИКОВА, А.В. ПРОСЕКОВА, М.А. ТОКМАКОВА, С.Г. ПОПОВ

МЕХАТРОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ «УМНОЕ ОКНО»

Аннотация. В статье рассмотрено возможное применение мехатронных технологий в системе «Умный дом», как способ модернизации и обеспечения комфорта проживания. Разработаны структурная, функциональная и кинематическая схемы системы «Умное окно». Представлены описание наиболее нагруженного элемента конструкции и результаты его прочностного расчёта.

Ключевые слова: система «Умный дом», мехатронная система, энергоэффективность, «Умное окно», кинематическая схема, структурная схема, расчёт на прочность.

Работа выполнена в рамках проекта № 9.2952.2017/4.6 государственного задания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральная служба государственной статистики (Росстат) [Электронный ресурс] // Социально-экономическое положение России: [электронный документ]. [2017]. URL: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2017/social/osn-12-2017.pdf (дата обращения: 23.09.2018).

2. Федеральная служба государственной статистики (Росстат) [Электронный ресурс] // Социально-экономическое положение России: [электронный документ]. [2018]. URL: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/social/osn-12-2018.pdf (дата обращения: 23.09.2018).

3. Кадырова Л.Ш. «Умный» дом: идеология и технология // Международный научно – исследовательский журнал – 2013.

4. Поворотно-откидная фурнитура : пат. 2329365 Рос. Федерация : МПК Е 05 D 15/52 / Тюрк Ахим ; заявитель и патентообладатель Зигения-Ауби КГ. – № 2005127571/12 ; заявл. 27.11.2003 ; опубл. 20.01.2006, Бюл. №20. – 23 с.

5. СП 5.13130.2009. Свод правил системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования

6. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.

7. Горин, А.В. Применение гидравлических машин ударного действия для образования скважин в грунтах: монография / А.В. Горин, Д.Н. Ешуткин, М.А. Горина. Орел: Госуниверситет - УНПК, 2015. – 151 с.

8. Грядунова, Е.Н. Контроль герметичности изделий, заполненных предельными углеводородами: монография / Е.Н. Грядунова, С.Ф. Корндорф, А.В. Горин, – Орел: Госуниверситет – УНПК, 2015. – 88 с.

9. Горин, А.В. Проверка изделий, заполненных предельными углеводородами, на герметичность: монография / А.В. Горин, Е.Н. Грядунова, М.А. Горина – Орел: ООО ПФ «Картуш», 2016. – 98 с.

10. Усикова И.Г. Мехатронные технологии в системе «Умный дом» // Сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции - Орел: ОГУ имени И.С.Тургенева, 2017. – 31-32 с.

11. Усикова И.Г. Единая мехатронная система безопасности на базе конструкции «Умный дом» // сборник трудов Региональной научно-технической конференции молодых ученых «Мехатроника и робототехника» («МиР-2017»), Всероссийского молодежного научного семинара «Робототехника и мехатроника» и Регионального молодежного научного семинара «Моделирование гидромеханических систем» / Под редакцией д-ра техн. наук, проф. Л.А. Савина. – Орел: ОГУ им. И.С. Тургенева, 2017. – 337-340 с.

Усикова Ирина Геннадьевна
ФГБОУ ВО «Орловский государственный
университет имени И.С. Тургенева»
Аспирант кафедры мехатроники, механики и
робототехники
302020, г.Орёл, Наугорское шоссе, 29
Тел. +79103014198
E-mail: irkin93@mail.ru

Токмакова Мария Андреевна
ФГБОУ ВО «Орловский государственный
университет имени И.С. Тургенева»
Студент
302020, г.Орёл, Наугорское шоссе, 29
Тел. +79102600267
E-mail: gorin57@mail.ru

Просекова Анастасия Владимировна
ФГБОУ ВО «Орловский государственный
университет имени И.С. Тургенева»
Старший преподаватель кафедры мехатроники,
механики и робототехники
302020, г.Орёл, Наугорское шоссе, 29
Тел. +79102683178
E-mail: prosekova.anastasia@yandex.ru

Попов Сергей Георгиевич
ФГБОУ ВО «Орловский государственный
университет имени И.С. Тургенева»
Аспирант кафедры мехатроники, механики и
робототехники
302020, г.Орёл, Наугорское шоссе, 29
Тел. +79065686501
E-mail: hvunt32@gmail.ru

I.G. USIKOV, A.V. PROSEKOVA, M.A. TOKMAKOVA, S.G. POPOV

MECHATRONICS TECHNOLOGIES IN THE SYSTEM OF «SMART WINDOW»

Abstract. *The article considers the possible application of mechatronics technologies in the system of "Smart house" as a way of modernization and comfort of living. The structural, functional and kinematic schemes are developed. The advantages and disadvantages systems of "Smart house" are given. The description of the most loaded structural element and the results of its strength calculation are presented.*

Keywords: *the system of «smart house», mechatronics system, safety, energy efficiency, «Smart window», kinematic scheme, structural diagram, strength calculation.*

BIBLIOGRAPHY

1. Federal state statistics service (Rosstat) [Electronic resource] // Socio-economic situation in Russia: [electronic document]. [2017]. URL: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2017/social/osn-12-2017.pdf (date accessed: 23.09.2018).
2. Federal state statistics service (Rosstat) [Electronic resource] // Socio-economic situation in Russia: [electronic document]. [2016]. URL: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/social/osn-12-2016.pdf (date accessed: 23.09.2018).
3. Kadyrova L. sh. "Smart" house: ideology and technology // international research journal – 2013.
4. Tilt & turn fittings: Pat. 2329365 Grew. Federation : IPC E 05 D 15/52 / Turk Achim ; applicant and patentee Disney-Aubi KG. No 2005127571/12 ; Appl. 27.11.2003; publ. 20.01.2006, Byul. No. 20. - 23 p.
5. SP 5.13130.2009. Set of rules of fire protection system. Fire alarm and fire extinguishing systems are automatic. Design rules and regulations
6. Federal law No. 123-FZ of 22 July 2008 On technical regulations on fire safety requirements.
7. Gorin, A. V. the Use of hydraulic machines percussion for the formation of wells in soil: monograph / A.V. Gorin, D. N. Sutkin, M. A. Gorin. Eagle: state University - unpk, 2015. - 151 p.
8. Gladunova, E. N. Control of tightness of products filled with saturated hydrocarbons: monograph / E. N. Gryadunov, S. F. Korndorf, A. V. Gorin, eagle, state University – unpk, 2015. - 88 p.
9. Gorin, A.V. Checking items filled with saturated hydrocarbons, to leak: monograph / A. V. Gorin, E. N. Gryadunova, M. A. Gorin – eagle: OOO PF "Cartouche", 2016. - 98 p.
10. Usikov I. G. Mechatronics technologies in the system of "Smart house" // the Collection of materials of all-Russian scientific-methodical conference - eagle: OSU named after I. S. Turgenev, 2017. - 31-32 p.
11. Usikova I. G. Unified mechatronic safety system based on the design of the "Smart house" // proceedings of the Regional scientific and technical conference of young scientists" mechatronics and robotics ("World-2017"), the all-Russian youth scientific seminar" Robotics and mechatronics "and the Regional youth scientific seminar" Modeling of hydro-mechanical systems" / edited by Dr. Techn. Sciences, Professor L. A. Savina. – Oryol: OSU im. I. S. Turgeneva, 2017. - 337-340 p.

Usikova Irina Genadievna
Orel State University named after I.S. Turgenev
Postgraduate at the Department of mechatronics,
mechanics and robotics

Prosekova Anastasia Vladimirovna
Orel State University named after I.S. Turgenev
senior lecturer at the Department of mechatronics,
mechanics and robotics

302020, Orel, Naugorskoe Shosse, 29
Ph.: +79103014198
E-mail: irkin93@mail.ru

302020, Orel, Naugorskoe Shosse, 29
Ph.: +79102683178
E-mail: prosekova.anastasia@yandex.ru

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

Popov Sergei Georgievich
Orel State University named after I.S. Turgenev
Postgraduate at the Department of mechatronics,
mechanics and robotics
302020, Orel, Naugorskoe Shosse, 29
Ph.: +79065686501
E-mail: hvunt32@gmail.ru

УДК 62-26

А.С. ФЕТИСОВ, А.Ю. БАБИН, М.Э. БОНДАРЕНКО, В.О. ТЮРИН

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДШИПНИКОВ ЖИДКОСТНОГО ТРЕНИЯ ПРИ СМАЗКЕ МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКИМИ ЖИДКОСТЯМИ

Аннотация. В настоящем исследовании рассматривается применение магнитореологических жидкостей в качестве смазок для радиальных подшипников скольжения. Для улучшения характеристик роторных машин в соответствии с промышленными требованиями (увеличенная виброустойчивость, надёжность, энергоэффективность), предлагается трибомехатронная система, включающая радиальный гидродинамический подшипник с магнитореологической жидкостью в качестве смазывающего материала, систему из соленоидов, расположенных по окружности втулки подшипника, и систему управления током в обмотке соленоидов для изменения параметров магнитного поля в смазочном слое. Параметры магнитного поля влияют на силу реакции смазочного слоя подшипника, что влечёт за собой изменение его динамических характеристик. Математическая модель основана на численном решении уравнения Рейнольдса методом конечных разностей, а дополнительные выражения учитывают переменную вязкость и наличие магнитного поля. В статье предлагается двухэтапная проверка модели на основе сравнения с экспериментальными результатами других исследователей. Предложена концепция решения задачи методом конечных объёмов. В статье изложены некоторые особенности работы подшипников скольжения, смазываемых МРЖ, и определены направления дальнейших исследований.

Ключевые слова: Трибомехатроника, подшипник скольжения, гидродинамическая смазка, численное моделирование, магнитореологическая жидкость, математическая модель.

Настоящее исследование выполнено в рамках выполнения проекта РФФИ № 18-38-00465.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Montazeri H. Numerical analysis of hydrodynamic journal bearings lubricated with ferrofluids. Engineering Tribology. Proc. IMechE, Vol.222., 2007. Part J.:51 – 60.
2. Osman, T. A., Nada G. S., Safar Z. S. Static and dynamic characteristics of magnetized journal bearings lubricated with ferrofluid. Tribology international. Elsevier, Vol. 34, 2001, 369 – 380.
3. Jaw-Ren L., Po-Jui L., Tzu-Chen H. Lubrication performances of short journal bearings operating with non-newtonian ferrofluids. Z. Naturforsch, Vol. 68a., 2013. С. 249 – 254.
4. Tipei N. Theory of lubrication with ferrofluids: application to short bearings. Journal of lubrication. Vol. 104 (4), 1982. P. 510 – 515.
5. Spaggiari A., Castagnetti D., Golinelli N. Smart materials: properties, design and mechatronic applications Journal of materials: design and application. Proc. IMechE Part L., Vol. 0 (0), 2016. P. 1-29.
6. Ghaffari A., Hashemabadi S. H., Ashtiani M. A review on the simulation and modeling of magnetorheological fluids. Journal of intelligent material systems and structures. Vol. 26 (8), 2015. P. 881-904.
7. Jonsdottir F., Gudmundsson, K.H., Dukman, T. B. Rheology of perfluorinated polyether-based MR fluids with nanoparticles. Journal of intelligent material systems and structures. Vol. 21, 2010. P. 1051 – 1060.
8. Ashtiani M., Hashemabadi S. H. The effect of nanosilica and nano-magnetite on the magnetorheological fluid stabilization and magnetorheological effect. Journal of intelligent material systems and structures. Vol. 26 (14), 2015. 1887 – 1892.
9. Urreta H., Leicht Z., Sanchez A. Hydrodynamic bearing lubricated with magnetic fluids. Journal of intelligent material systems and structures. Vol. 21, 2010. P. 1491 – 1499.

10. Laukiavich C. A., Braun M. J., Chandy A. J. A comparison between the performance of ferro- and magnetorheological fluids in a hydrodynamic bearing. Journal of engineering tribology. Proc. IMechE. Vol. 228 (6), 2014. P. 649-666.

11. Omidbeygi F., Hashemabadi S. H. Experimental study and CFD simulation of rotational eccentric cylinder in a magnetorheological fluid. Journal of Magnetism and Magnetic Materials 324, 2012. P. 2062–2069.

12. Kasai M., Fillon M., Bouyer J. Influence of lubricants on plain bearing performance: analysis of bearing performance with polymer-containing oils. 2012 STLE Annual Meeting & Exhibition, St. Louis, Missouri, USA, 2012, 5 p.

13. Zapomel J., Ferfecki P., Forte P. A new mathematical model of a short magnetorheological squeeze film damper for rotordynamic applications based on a bilinear oil representation –derivation of the governing equations. Applied Mathematical Modelling 52, 2017. P. 558–575.

Фетисов Александр Сергеевич

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел
стажёр-исследователь ПНИЛ «Моделирование гидромеханических систем»
E-mail: fetisov57rus@mail.ru

Бабин Александр Юрьевич

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел
младший научный сотрудник ПНИЛ
«Моделирование гидромеханических систем»
E-mail: alex.mech.osu@gmail.com

Бонадренко Максим Эдуардович

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел
младший научный сотрудник ПНИЛ
«Моделирование гидромеханических систем»
E-mail: maxbondarenko22@yandex.ru

Тюрин Валентин Олегович

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел
младший научный сотрудник ПНИЛ
«Моделирование гидромеханических систем»
E-mail: v7a717@mail.ru

A.S. FETISOV, A.YU. BABIN, M.E. BONDARENKO, V.O. TURIN

NUMERICAL MODELING OF BEARINGS LIQUID FRICTION IN LUBRICATION WITH MAGNETOROLOGICAL LIQUIDS

Abstract. *The present study uses magnetic fluid lubrication methods for radial plain bearings. To improve the characteristics of rotary machines in accordance with industrial requirements (increased vibration resistance, reliability, energy efficiency) a tribomechatronic system is proposed, which includes a radial hydrodynamic bearing with magnetorheological fluid as a lubricant, solenoids, surrounding the bearing, and a current control system. to control solenoids to change the parameters of the magnetic field in the fluid-film. The parameters of the magnetic field affect the reaction force of the fluid film, which leads to a change in its dynamic characteristics. The mathematical model is based on the numerical solution of the Reynolds equation by the finite difference method, and the additional expressions take into account the variable viscosity and the presence of a magnetic field. The article proposes a two-step model verification based on a comparison with the experimental results of other researchers. The concept of solving the problem by the method of finite volumes is proposed. The article presents some features of the operation of bearings, lubricated GRM and identified areas for further research.*

Keywords: *tribomechatronics, journal bearing, hydrodynamic lubrication, numerical simulation, magnetorheological fluid, mathematical model.*

BIBLIOGRAPHY

1. Montazeri H. Numerical analysis of hydrodynamic journal bearings lubricated with ferrofluids. Engineering Tribology. Proc. IMechE, Vol.222., 2007. Part J.:51 – 60.

2. Osman, T. A., Nada G. S., Safar Z. S. Static and dynamic characteristics of magnetized journal bearings lubricated with ferrofluid. Tribology international. Elsevier, Vol. 34, 2001, 369 – 380.

3. Jaw-Ren L., Po-Jui L., Tzu-Chen H. Lubrication performances of short journal bearings operating with non-newtonian ferrofluids. Z. Naturforsch, Vol. 68a., 2013. C. 249 – 254.

4. Tipei N. Theory of lubrication with ferrofluids: application to short bearings. Journal of lubrication. Vol. 104 (4), 1982. P. 510 – 515.

5. Spaggiari A., Castagnetti D., Golinelli N. Smart materials: properties, design and mechatronic applications Journal of materials: design and application. Proc. IMechE Part L., Vol. 0 (0), 2016. P. 1-29.

6. Ghaffari A., Hashemabadi S. H., Ashtiani M. A review on the simulation and modeling of magnetorheological fluids. Journal of intelligent material systems and structures. Vol. 26 (8), 2015. P. 881-904.

7. Jonsdottir F., Gudmundsson, K.H., Dukman, T. B. Rheology of perfluorinated polyether-based MR fluids with nanoparticles. Journal of intelligent material systems and structures. Vol. 21, 2010. P. 1051 – 1060.

8. Ashtiani M., Hashemabadi S. H. The effect of nanosilica and nano-magnetite on the magnetorheological fluid stabilization and magnetorheological effect. *Journal of intelligent material systems and structures*. Vol. 26 (14), 2015. 1887 – 1892.
9. Urreta H., Leicht Z., Sanchez A. Hydrodynamic bearing lubricated with magnetic fluids. *Journal of intelligent material systems and structures*. Vol. 21, 2010. P. 1491 – 1499.
10. Laukiavich C. A., Braun M. J., Chandy A. J. A comparison between the performance of ferro- and magnetorheological fluids in a hydrodynamic bearing. *Journal of engineering tribology*. Proc. IMechE. Vol. 228 (6), 2014. P. 649-666.
11. Omidbeygi F., Hashemabadi S. H. Experimental study and CFD simulation of rotational eccentric cylinder in a magnetorheological fluid. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 324, 2012. P. 2062–2069.
12. Kasai M., Fillon M., Bouyer J. Influence of lubricants on plain bearing performance: analysis of bearing performance with polymer-containing oils. 2012 STLE Annual Meeting & Exhibition, St. Louis, Missouri, USA, 2012, 5 p.
13. Zapomel J., Ferfecki P., Forte P. A new mathematical model of a short magnetorheological squeeze film damper for rotordynamic applications based on a bilinear oil representation –derivation of the governing equations. *Applied Mathematical Modelling* 52, 2017. P. 558–575.

Fetisov Alexander Sergeevich
Orel State University,
Trainee-researcher RL "Modeling of hydromechanical systems"
E-mail: fetisov57rus@mail.ru

Babin Alexander Yuryevich
Orel State University,
Junior Researcher RL "Modeling of hydromechanical systems"
E-mail: alex.mech.osu@gmail.com

Bonadrenko Maxim Eduardovich
Orel State University
Junior Researcher RL "Modeling of hydromechanical systems"
E-mail: maxbondarenko22@yandex.ru

Tyurin Valentin Olegovich
Orel State University
Junior Researcher RL "Modeling of hydromechanical systems"
E-mail: v7a717@mail.ru

УДК 628.517.4

Р.К. ЗАРЕЦКИЙ, А.Г. СОКОЛЕНКО, Н.В. ТОКМАКОВ

АКТИВНЫЕ ВИБРОЗАЩИТНЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ПЬЕЗОЭЛЕМЕНТОВ

Аннотация. В статье представлены результаты анализа современных средств и методов защиты производственного оборудования от низкочастотных вибраций. Рассмотрены следующие активные системы виброзащиты: пневматические, гидравлические, электромагнитные и др. Анализ показал, что существующие способы обеспечения виброзащиты не в полной мере удовлетворяют предъявляемым к ним требованиям, поэтому рассматривается возможность использования активной виброзащитной системы на основе пьезоэлементов. В системе MATLAB был выполнен численный эксперимент. Сформулированы общие представления о структуре системы активной виброзащиты, принципе её работы. В статье предложена структурная и функциональная схема активной системы виброзащиты с пьезоэлементом, описан принцип работы данной системы.

Ключевые слова: виброзащитная система, активная система, пьезоактуатор, вибровозбуждение, активная система защиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Володин, Е.А. Математическое моделирование систем активной виброзащиты в MATLAB [Текст] / Е.А. Володин // Информатика и системы управления в XXI веке: Сборник научных трудов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – С. 88 – 90.
2. Лысенко, А.В. Анализ особенностей применения современных активных систем виброзащиты для нестационарных РЭС [Текст] / А.В. Лысенко, Г.В. Таньков, Д.А. Рындин // Труды международного симпозиума Надежность и качество. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2013. – Т. 2 – С. 155 – 158.
3. Морозов, И.Д. Анализ активных систем подавления вибраций [Текст] / И.Д. Морозов, М.С. Горбалысов, А.А. Юдин, М.Б. Китаев, Р.Р. Надрьшин // Материалы межвузовской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов им. Е.В. Арменского. – М: Изд-во Московского института электроники и математики НИУ ВШЭ, 2017. – С. 227 – 228.

4. Никифоров, В.О. Система активной виброзащиты: разработка, результаты испытаний и перспективы развития [Текст] / В.О. Никифоров, И.Е. Гутнер, И.В. Сергачев // Мехатроника, автоматизация и управление. – 2004. № 2. – С. 13 – 18.
5. Тамьярова, М.В. Оптимальная стохастическая система активной виброзащиты сложных электромеханических систем [Текст] / М.В. Тамьярова // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2011. – № 18. – С. 73 – 80.
6. Вибрации в технике [Текст]: справочник: в 6-ти т. / В.К. Асташев, В.И. Бабицкий, И.И. Быховский и др.; ред. совет под пред. В.Н. Челомей. – М.: Машиностроение, 1981. – Т. 6. Защита от вибрации и ударов / под ред. К.В. Фролова. – 1981. – 456 с.
7. Фролов, К.В. Прикладная теория виброзащитных систем [Текст] / К.В. Фролов, Ф.А. Фурман. – М.: Машиностроение, 1980. – 276 с.
8. Лысенко, А.В. Конструкция и методика расчета гибридного виброамортизатора с электромагнитной компенсацией [Текст] / А.В. Лысенко, А.В. Затылкин, Н.А. Ястребова // Вестник Пензенского государственного университета. – 2013. – № 4. – С. 73–78.
9. Лич, Р. Инженерные основы измерений нанометровой точности [Текст]: учебное издание / Р. Лич. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2012. – 400 с.
10. Шереметьев, К.В. Борьба с вибрациями в прецизионной металлообработке [Текст] / К.В. Шереметьев, В.С. Хомяков, Ю.Л. Николаев // Техномир. – 2006. – №1 (27). – С. 80 – 83.
11. Официальный сайт компании VibroLAB [Электронный ресурс], – <http://vibro-lab.ru/> (04.12.18)
12. Рындин, Д.А. Об одном способе пассивной виброзащиты печатных узлов [Текст] / Д.А. Рындин, Е.М. Юркова // Труды международного симпозиума Надежность и качество. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2014. – Т. 2 – С. 368 – 369.
13. Захарова, И.Г. Классификация виброизоляторов (амортизаторов) [Текст] / И.Г. Захарова // Вестник конференции молодых ученых СПбГУИТМО: Сборник научных трудов. – СПб.: Изд-во СПбГУИТМО, 2004. – Т. 2. – С. 56 – 61.
14. Суконкина, М.Л. Обзор методов и устройств виброзащиты приборных платформ [Текст] / М.Л. Суконкина, С.И. Гайнов // Труды Нижегородского государственного университета им. Р.Е. Алексеева. – 2013. – № 4 (101). – С 311 – 319.
15. ГОСТ 21467–81 Амортизаторы бортового оборудования летательных аппаратов. Типы, основные параметры, размеры и технические требования [Текст]. – М.: Издательство стандартов, 1981. – 11 с.
16. ГОСТ 11679.1–76 Амортизаторы резинометаллические приборные. Технические условия [Текст]. – М.: Издательство стандартов, 1993. – 34 с.
17. ГОСТ 17053.1–80 Амортизаторы корабельные АКСС – М. Технические условия [Текст]. – М.: Издательство стандартов, 1980. – 29 с.
18. Официальный сайт компании Technical Manufacturing Corporation [Электронный ресурс], – <http://www.techmfg.com/> (04.12.18)
19. Генкин, М.Д. Методы управляемой виброзащиты машин [Текст] / М.Д. Генкин, В.Г. Елезов, В.В. Яблонский; отв. ред. В.И. Сергеев. – М.: Наука, 1985. – 240 с.: ил.
20. Коновалова, П.А. Фильтр Винера для активной виброзащиты двухмассовой упруго-диссипативной системы [Текст] / П.А. Коновалова, В.А. Терешин // Современное машиностроение. Наука и образование. – 2014. – № 4. – С. 227–236.
21. Панич, А.Е. Пьезокерамические актюаторы [Текст]: учебное пособие / А.Е. Панич. – Ростов н/Д.: Изд – во ЮФУ, 2008. – 159 с.
22. Официальный сайт компании APC International Ltd. [Электронный ресурс], – <http://www.americanpiezo.com/> (04.12.18)
23. Бардин, В.А. Системы управления высокоточными устройствами позиционирования на основе пьезоэлектрических актюаторов [Текст]: дис. канд. техн. наук: 05.11.16: защищена 28.12.15 / Бардин Виталий Анатольевич. – Пенза, 2015. – 169 с.
24. Официальный сайт компании Physik Instrumente [Электронный ресурс], – <http://www.physikinstrumente.com/> (04.12.18)
25. Официальный сайт компании АО «ЭЛПА» [Электронный ресурс], – <http://www.elpapiezo.ru/> (04.12.18)

Зарецкий Роман Константинович
ОГУ имени И.С. Тургенева, г. Орел
Студент
302020, г. Орел, Наугорское шоссе,
29
Тел. 89208182314
E-mail: kogots@bk.ru

Соколенко Александр Гурьевич
ОГУ имени И.С. Тургенева, г.
Орел
Студент
302020, г. Орел, Наугорское
шоссе, 29
Тел. 89208182314
E-mail: kogots@bk.ru

Горин Андрей Владимирович
ОГУ имени И.С. Тургенева, г. Орел
Кандидат технических наук,
доцент кафедры мехатроники,
механики и робототехники
302020, г. Орел, Наугорское шоссе,
29
Тел. 89208182314
E-mail: gorin57@mail.ru

ACTIVE VIBRATION PROTECTION SYSTEMS ON THE BASIS OF PIECOELEMENTS

Abstract. *The article presents the results of the analysis of modern means and methods of protecting production equipment from low-frequency vibrations. The following active vibration protection systems are considered: pneumatic, hydraulic, electromagnetic, etc. The analysis showed that the existing methods of providing vibration protection do not fully meet the requirements imposed on them, therefore the possibility of using an active vibration protection system based on piezoelements is being considered. In the MATLAB system, a numerical experiment was performed. The general ideas about the structure of the active vibroprotection system and the principle of its operation are formulated. The article proposed a structural and functional diagram of the active vibration protection system with a piezoelectric element, described the principle of operation of this system.*

Keywords: *vibroprotective system, active system, piezoelectric actuators, vibration excitation, mechatronic protection system.*

BIBLIOGRAPHY

1. Volodin. E.A. Matematicheskoye modelirovaniye sistem aktivnoy vibrozashchity v MATLAB [Tekst] / E.A. Volodin // Informatika i sistemy upravleniya v XXI veke: Sbornik nauchnykh trudov. – M.: Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana. 2002. – S. 88 – 90.
2. Lysenko. A.V. Analiz osobennostey primeneniya sovremennykh aktivnykh sistem vibrozashchity dlya nestatsionarnykh RES [Tekst] / A.V. Lysenko. G.V. Tankov. D.A. Ryndin // Trudy mezhdunarodnogo simpoziuma Nadezhnost i kachestvo. – Penza: Izd-vo PGU. 2013. – T. 2 – S. 155 – 158.
3. Morozov. I.D. Analiz aktivnykh sistem podavleniya vibratsiy [Tekst] / I.D. Morozov. M.S. Gorbalysov. A.A. Yudin. M.B. Kitayev. R.R. Nadryshin // Materialy mezhvuzovskoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh spetsialistov im. E.V. Armenskogo. – M: Izd-vo Moskovskogo instituta elektroniki i matematiki NIU VShE. 2017. – S. 227–228.
4. Nikiforov. V.O. Sistema aktivnoy vibrozashchity: razrabotka, rezultaty ispytaniy i perspektivy razvitiya [Tekst] / V.O. Nikiforov. I.E. Gutner. I.V. Sergachev // Mekhatronika. avtomatizatsiya i upravleniye. – 2004. № 2. – S. 13 – 18.
5. Tamiarova. M.V. Optimalnaya stokhasticheskaya sistema aktivnoy vibrozashchity slozhnykh elektromekhanicheskikh sistem [Tekst] / M.V. Tamiarova // Vestnik Volzhskogo universiteta im. V.N. Tatishcheva. – 2011. – № 18. – S. 73 – 80.
6. Vibratsii v tekhnike [Tekst]: spravochnik: v 6–ti t. / V.K. Astashev. V.I. Babitskiy. I.I. Bykhovskiy i dr.; red. sovet pod pred. V.N. Chelomey. – M.: Mashinostroyeniye. 1981. – T. 6. Zashchita ot vibratsii i udarov / pod red. K.V. Frolova. – 1981. – 456 s.
7. Frolov. K.V. Prikladnaya teoriya vibrozashchitnykh sistem [Tekst] / K.V. Frolov. F.A. Furman. – M.: Mashinostroyeniye. 1980. – 276 s.
8. Lysenko. A.V. Konstruktsiya i metodika rascheta gibridnogo vibroamortizatora s elektromagnitnoy kompensatsiyey [Tekst] / A.V. Lysenko. A.V. Zatylnin. N.A. Yastrebova // Vestnik Penzenskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2013. – № 4. – C. 73–78.
9. Lich. R. Inzhenernyye osnovy izmereniy nanometrovoy tochnosti [Tekst]: uchebnoye izdaniye / R. Lich. – Dolgoprudnyy: Izdatelskiy dom «Intellect». 2012. – 400 s.
10. Sheremetyev. K.V. Borba s vibratsiyami v pretsizionnoy metalloobrabotke [Tekst] / K.V. Sheremetyev. V.S. Khomyakov. Yu.L. Nikolayev // Tekhnomir. – 2006. – №1 (27). – S. 80 – 83.
11. Ofitsialnyy sayt kompanii VibroLAB [Elektronnyy resurs]. – <http://vibro-lab.ru/> (04.12.18)
12. Ryndin. D.A. Ob odnom sposobe passivnoy vibrozashchity pechatnykh uzlov [Tekst] / D.A. Ryndin. E.M. Yurkova // Trudy mezhdunarodnogo simpoziuma Nadezhnost i kachestvo. – Penza: Izd-vo PGU. 2014. – T. 2 – S. 368 – 369.
13. Zakharova. I.G. Klassifikatsiya vibroizolyatorov (amortizatorov) [Tekst] / I.G. Zakharova // Vestnik konferentsii molodykh uchenykh SPbGUITMO: Sbornik nauchnykh trudov. – SPb.: Izd-vo SPbGUITMO. 2004. – T. 2. – S. 56 – 61.
14. Sukonkina. M.L. Obzor metodov i ustroystv vibrozashchity pribornykh platform [Tekst] / M.L. Sukonkina. S.I. Gaynov // Trudy Nizhegorodskogo gosudarstvennogo universiteta im. R.E. Alekseyeva. – 2013. – № 4 (101). – C 311 – 319.
15. GOST 21467–81 Amortizatory bortovogo oborudovaniya letatelnykh apparatov. Tipy, osnovnyye parametry, razmery i tekhnicheskiye trebovaniya [Tekst]. – M.: Izdatelstvo standartov. 1981. – 11 s.
16. GOST 11679.1–76 Amortizatory rezinometallicheskiye pribornyeye. Tekhnicheskiye usloviya [Tekst]. – M.: Izdatelstvo standartov. 1993. – 34 s.
17. GOST 17053.1–80 Amortizatory korabelnyye AKSS – M. Tekhnicheskiye usloviya [Tekst]. – M.: Izdatelstvo standartov. 1980. – 29 s.

18. Ofitsialnyy sayt kompanii Technical Manufacturing Corporation [Elektronnyy resurs]. – <http://www.techmfg.com/> (04.12.18)
19. Genkin. M.D. Metody upravlyayemoy vibrozashchity mashin [Tekst] / M.D. Genkin. V.G. Elezov. V.V. Yablonskiy; otv. red. V.I. Sergeev. – M.: Nauka. 985. – 240 s.: il.
20. Konovalova. P.A. Filtr Vinera dlya aktivnoy vibrozashchity dvukhmassovoy uprugodissipativnoy sistemy [Tekst] / P.A. Konovalova. V.A. Tereshin // Sovremennoye mashinostroyeniye. Nauka i obrazovaniye. – 2014. – № 4. – S. 227–236.
21. Panich. A.E. Pyezokeramicheskiye aktyuatory [Tekst]: uchebnoye posobiye / A.E. Panich. – Rostov n/D.: Izd – vo YuFU. 2008. – 159 s.
22. Ofitsialnyy sayt kompanii APC International Ltd. [Elektronnyy resurs]. – <http://www.americanpiezo.com/> (04.12.18)
23. Bardin. V.A. Sistemy upravleniya vysokotochnymi ustroystvami pozitsionirovaniya na osnove pyezoelektricheskikh aktyuatorov [Tekst]: dis. kand. tekhn. nauk: 05.11.16: zashchishchena 28.12.15 / Bardin Vitaliy Anatolyevich. – Penza. 2015. – 169 s.
24. Ofitsialnyy sayt kompanii Physik Instrumente [Elektronnyy resurs]. – <http://www.physikinstrumente.com/> (04.12.18)
25. Ofitsialnyy sayt kompanii AO «ELPA» [Elektronnyy resurs]. – <http://www.elpapier.ru/> (04.12.18)

Zaretskiy Roman Konstantinovich
Orel State University named after
I.S.Turgenev, Orel
Student
302020, Orel, Naugorskoye shosse,
29
Ph.:89208182314
E-mail: kogots@bk.ru

Sokolenko Aleksandr Guryevich
Orel State University named after
I.S.Turgenev, Orel
Student
302020, Orel, Naugorskoye shosse,
29
Ph.:89208182314
E-mail: kogots@bk.ru

Tokmakov Nikita Vladimirovich
Orel State University named after
I.S.Turgenev, Orel
Student
302020, Orel, Naugorskoye shosse,
29
Ph.:89208182314
E-mail: gorin57@mail.ru

ПРИБОРЫ, БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 629.12

Д.О. ВЕРЕТЕННИКОВ, М.А. МУРАШОВ, А.Л. СУХОРУКОВ

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОННОГО УГЛОМЕРНОГО ПРИБОРА В ПРОЦЕССЕ КРЕНОВАНИЯ ПОДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

***Аннотация.** В настоящей работе приведены методика расчетов и анализ достаточности времени регистрации (количества отчетов угла крена) с помощью электронного угломерного прибора при креновании подводных объектов различных типов.*

Использование электронного угломерного прибора при креновании позволяет в автоматическом режиме производить регистрацию углов крена и определять с высокой точностью параметры остойчивости объектов.

Ключевые слова: кренование, подводный объект, имитационное моделирование качки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизированная система кренования судов: Патент на изобретение RU 2 552 671 C1 // 20.07.2014г., Бюл.№20.
2. Правила классификации и постройки обитаемых подводных аппаратов, судовых водолазных комплексов и пассажирских подводных аппаратов. Российский морской регистр судоходства. – СПб.: РМРС, 2003. – 204 с.
3. Кормилицин, Ю.Н. Устройство подводных лодок. Т. 1 / Ю.Н. Кормилицин, О.А.Хализев. – СПб.:Элмор, 2008. – 336 с.
4. Борисов, Р.В. Стагика корабля / Р.В. Борисов, В.В. Луговский, Б.В. Мирохин, В.В. Рождественский. – СПб.: Судостроение, 2005. – 256 с.
5. Дегтярь, В.Г. Гидродинамика баллистических ракет подводных лодок / В.Г. Дегтярь, В.И. Пегов. – Миасс: Издательство ФГУП «ГРЦ «КБ им. академика В.П. Макеева», 2004. – 256 с.
6. Басин, А.М. Качка судов / А.М. Басин. – М.: Транспорт, 1969. – 272 с.
7. Бородай, И.К. Качка судов на морском волнении / И.К. Бородай, Ю.А. Нецветаев. – Л.: Судостроение, 1969. – 286с.

8. Бендат, Дж. Измерение и анализ случайных процессов / Дж. Бендат, А. Пирсол. – М.: Мир, 1971. – 408 с.
9. Мудров, В.И. Методы обработки измерений / В.И. Мудров, В.Л. Кушко. – М.: Сов. радио, 1976. – 192 с.
10. Пиотровский, Я. Теория измерений для инженеров / Я. Пиотровский. – М.: Мир, 1989. – 335 с.
11. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М.:Наука, 1988. – 480 с.

Веретенников Дмитрий Олегович

АО «ЦКБ МТ «Рубин», г. Санкт-Петербург
Начальник сектора статики морских объектов
191119, г. Санкт-Петербург, ул. Марата,90
Тел. (812) 494-12-65
E-mail: su_andr@yahoo.com

Мурашов Михаил Александрович

АО «ЦКБ МТ «Рубин», г. Санкт-Петербург
Начальник проектного отдела
191119, г. Санкт-Петербург, ул. Марата,90
Тел. (812) 494-19-40
E-mail: su_andr@yahoo.com

Сухоруков Андрей Львович

АО «ЦКБ МТ «Рубин», г. Санкт-Петербург
Доктор технических наук, заместитель начальника
проектного отдела
191119, г. Санкт-Петербург, ул. Марата,90
Тел. (812) 494-19-40
E-mail: su_andr@yahoo.com

D.O. VERETENNIKOV, M.A. MURASHOV, A.L. SUKHORUKOV

SIMULATION STUDY ON ELECTRONIC INCLINOMETER OPERATION DURING HEELING OF UNDERWATER OBJECTS

Abstract. *This study contains a calculation procedure and analysis of sufficiency for recording time (the number of heel angle reports) using an electronic inclinometer during heeling of various underwater objects.*

Making use of the electronic inclinometer during heeling allows heel angles to be recorded in automatic mode and parameters of objects' metacentric stability to be determined with high accuracy.

Keywords: *heeling, underwater object, simulation study of ship motion.*

BIBLIOGRAPHY

1. Avtomatizirovannayasistemakrenovaniyasudov: Patent naizobretenie RU 2 552 671 C1 // 20.07.2014. Bul. No.20.
2. Pravila klassifikacii i postroyki obitaemyh podvodnyh apparatov, sudovyhvodolaz nyhkompleksov ipassazhirs kihpodvod nyhapp aratov. Rossi yskiyorsk oyregis trsudoh odstva. –SPb.: RMRS, 2003.– 204 s.
3. Kormilitsin, Yu.N. Ustroistvopodvodnyh lodok Vol. 1/ Yu.N. Kormilitsin, O.A. Khalizev. – SPb.: Elmor, 2008. – 336 s.
4. Borisov, R.V. Statikakorablya / R.V. Borisov, V.V. Lugovsky, B.V. Mirokhin, V.V. Rozhdestvensky. – SPb.:Sudostroeniye, 2005. – 256 s.
5. Degtyar, V.G. Gidrodinamikaballisticheskikh raketpodvodnyh lodok / V.G. Degtyar, V.I. Pegov. – Miass: Izdatelstvo FGUP “GRTS “KB im. akademika V.P. Makeeva”, 2004. – 256 s.
6. Basin, A.M. Kachkasudov / A.M. Basin. – М.: Transport, 1969. – 272 s.
7. Borodai, I.K. Kachkasudovnamorskombolnenii / I.K. Borodai, Yu.A. Netsvetaev. – L.:Sudostroeniye, 1969. – 286 s.
8. Bendat, J. Izmerenie I analiz luchainy hprocessov / J. Bendat, A.Pirsol. – М.: Mir, 1971. – 408 s.
9. Mudrov, V.I. Metody obra botkie ksperimentov / V.I. Mudrov, V.L. Kushko. – М.: Sov. Radio, 1976. – 192 s.
10. Piotrovsky, Ya. Teoriya iz mereni ydly ainzhenerov / Ya. Piotrovsky. – М.: Mir, 1989. – 335 s.
11. Ventsel, E.S. Teoriy aver yat nosteyieinz heneryepri lozheniya / E.S. Ventsel, L.A. Ovcharov. – М.:Наука, 1988. – 480 s.

Veretennikov Dmitriy Olegovich

Central Design Bureau for Marine Engineering
“Rubin”, St. Petersburg
Head of Section, Statics
191119, St. Petersburg, 90 Marata str.
Ph.: (812) 494-12-65
E-mail: su_andr@yahoo.com

Murashov Michael Alexandrovich

Central Design Bureau for Marine Engineering “Rubin”,
St. Petersburg
Head of Department
191119, St. Petersburg, 90 Marata str.
Ph.: (812) 494-19-40
E-mail: su_andr@yahoo.com

SukhorukovAndreiLvovich

Central Design Bureau for Marine Engineering

“Rubin”, St. Petersburg

Doctor of Engineering Sciences, Deputy Head of

Department

191119, St. Petersburg, 90 Marata str.

Ph.: (812) 494–19–40

E-mail: su_andr@yahoo.com

УДК 615.47

А.В. БЫКОВ, С.А. ПАРХОМЕНКО, А.В. БОЙЦОВ,
С.Н. РОДИОНОВА, Л.В. СТАРОДУБЦЕВА, С.Д. ДОЛЖЕНКОВ

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВЫБОРА СХЕМ ЛЕЧЕНИЯ ГАНГРЕНЫ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ПО СТЕПЕНИ ТЯЖЕСТИ ЕЁ ТЕЧЕНИЯ

Аннотация. Работа посвящена актуальной проблеме повышения качества оказания помощи больным, страдающим гангреной нижних конечностей, которая может закончиться ампутацией и даже смертью. В ходе проведённых исследований было показано, что задача оценки степени тяжести гангрены нижних конечностей относится к классу плохо формализуемых задач с нечёткой структурой данных, что послужило основанием для выбора в качестве базового аппарата исследований методологии синтеза гибридных нечётких решающих правил. В ходе синтеза нечётких решающих правил был обоснован выбор информативных признаков, получаемых в ходе опросов и осмотров, инструментальных и лабораторных методов исследования. В качестве базовых элементов нечётких решающих правил получены функции уровня тяжести исследуемого заболевания, агрегация которых позволяет оценить интегральную степень тяжести по группам разнородных показателей, которая оценивается четырьмя классами, для каждого из которых разработана соответствующая схема лечения, эффективность которых проверялась с использованием теории измерения латентных переменных. В ходе исследований синтезировалась математическая модель выбора схем лечения в зависимости от степени тяжести гангрены нижних конечностей.

В ходе проведённых статистических испытаний было показано, что по сравнению с традиционными схемами лечения использование предлагаемой модели позволяет увеличить скорость достижения положительных результатов в 2,4 раза (на 58 %) и снизить риск ампутации конечностей в 2,5 раза (на 73 %).

Полученные результаты позволяют рекомендовать предлагаемые математические модели к использованию в практике работы хирургов и ангиологов.

Ключевые слова: гангрена, нижние конечности, степень тяжести, математическая модель, нечёткая логика, схемы лечения, модель Г. Раши.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быков, А.В. Прогнозирование возникновения и развития гангрены нижних конечностей на основе нечетких моделей принятия решений [Текст] / А.В. Быков // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение, 2017. - №4 (25). - С. 95-103.

2. Быков, А.В. Модель оценки эффективности медикаментозного лечения критической ишемии нижних конечностей [Текст] / А.В. Быков // Наука, образование, общество: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 30 сентября 2016 г. Ч. 2. Тамбов ООО Консалтинговая компания ЮКОМ, 2016. – С. 19-22.

3. Быков, А.В. Прогнозирование появления и развития гангрены нижних конечностей с использованием нечетких интеллектуальных технологий: монография / А.В. Быков, С.Н. Корневская, С.А. Пархоменко, Л.В. Стародубцева, И.И. Хрипина. – Курск: «Издательский дом ВИП», 2017. – 420 с.

4. Быков, А.В. Обоснование выбора схем лечения сочетанных ишемических процессов с ведущей патологией нижних конечностей с использованием теории измерения латентных переменных [Текст] / А.В. Быков, Н.А. Корневский, Е.А. Бойцова, О.В. Филатова // Известия Юго-Западного университета. Серия Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение, 2017. - №1 (22). – С.100-113.

5. Савельев В.С., Кошкин В.М., Каралкин А.В. Патогенез и консервативное лечение тяжёлых стадий облитерирующего атеросклероза артерий нижних конечностей: Руководство для врачей. - М.: ООО Медицинское информационное агентство. 2010. - 216 с.
6. Сосудистая хирургия. Национальное руководство. Краткое издание/ под ред. В.С. Савельева, А.И. Кириенко. - М.: ГЭОТАР - Медиа, 2014. - 464 с.
7. Корневский, Н.А. Использование нечёткой логики принятия решений для медицинских экспертных систем [Текст] / Н.А. Корневский // Медицинская техника, 2015. - №5 - С. 33-35.
8. Корневский, Н.А. Проектирование систем принятия решений на нечетких сетевых моделях в задачах медицинской диагностики и прогнозирования. [Текст] / Н.А. Корневский // Телекоммуникации, 2006. - №6. - С.25-31.
9. Корневский, Н.А. Синтез коллективов гибридных нечётких моделей оценки состояния сложных систем / Н.А. Корневский, К.В. Разумова // Научноёмкие технологии, 2014. - Т.15. - №12. - С.31-40.
10. Корневский, Н.А. Оценка и управление состоянием здоровья обучающихся на основе гибридных интеллектуальных технологий: монография [Текст] / А.Н. Шуткин., С.А. Горбатенко, В.В. Серебровский // Старый Оскол: ТНТ. - 2015. -472 с.
11. Шуткин, А.Н. Проектирование баз знаний медицинских экспертных систем с использованием коллективов нечётких правил. [Текст] / А.Н. Шуткин, С.Н. Корневская, В.В. Федянин // Информационные проекты в медицине и педагогике. Материалы международной научно-практической конференции. 2014. - С.61-64.
12. Korenevskiy, N.A. Application of Fuzzy Logic for Decision-Making in Medical Expert System [text] / N.A. Korenevskiy // Biomedical Engineering, May 2015, Volume 49, Issue 1, pp 46-49.
13. Корневский, Н.А. Оценка и управление состоянием здоровья на основе моделей Г. Раша [Текст] / Н.А. Корневский, А.Н. Шуткин, Е.А. Бойцова // Медицинская техника, 2015, №6. - С. 37-40.
14. Бойцов, А.В. Применение теории измерения латентных переменных для формирования пространства информативных признаков в задачах оценки функционального состояния человека [Текст] / Л.П. Лазурина, С.Н. Корневская, А.Н.Шуткин// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение, 2014. - №6 (57). - С. 52-58.
15. Быков, А.В. Оценка уверенности в развитии гангрены нижних конечностей на основе моделей Г. Раша и Е. Шортлифа [Текст] / А.В. Быков, С.А. Пархоменко, А.В. Бойцов, И.И. Хрипина // Системный анализ и управление в биотехнических системах, 2017. – Т. 16 -№4. – С. 878-883.
16. Гадалов, В.Н. Математические модели рефлекторных систем организма человека и их использование для прогнозирования и диагностики заболеваний [Текст] / В.Н. Гадалов, Н.А. Корневский, В.Н. Снопков // Системный анализ и управление в биомедицинских системах, 2012.-Т.11.- №2.-С.515-521.
17. Корневский, Н.А. Энергоинформационные модели рефлексодиагностики [Текст] / Н.А. Корневский, Л.П. Лазурина // ОМЦП. Курск, 2000, 177 с.
18. Корневский, Н.А. Теоретические основы биофизики акупунктуры с приложениями в медицине, психологии и экологии на основе нечетких сетевых моделей [Текст] / Н.А. Корневский, Р.А. Крупчатников, Р.Т. Аль-Касасбех.// Старый Оскол: ТНТ, 2013.-528с.
19. Конева, Л.В. Оценка уровня психоэмоционального напряжения и утомления по показателям, характеризующим состояние внимания человека [Текст] / С.Н. Корневская, С.В. Дегтярев //Системный анализ и управление в биомедицинских системах. Т.11.-№4.-2012.-С.993-1000.
20. Корневская, С.Н. Аппаратно-программный комплекс для психофизиологических исследований на базе платформы ANDROID с AFE-интерфейсом [Текст] / С.Н. Корневская, Е.С. Шкатова, М.А. Магеровский, А.Н. Шуткин // Медицинская техника . 2016. - №5 - С. 24-27.
21. Корневский, Н.А. Комплекс для исследования особенностей внимания и памяти. [Текст] / Н.А. Корневский, Д.Е. Скопин, Р.Т. Аль-Касасбех, А.А. Кузьмин // Медицинская техника. 2010. - №1 - С. 36-40.
22. Корневский, Н.А. Комплексная оценка уровня психоэмоционального напряжения. [Текст] / Н.А. Корневский, О.И. Филатова, М.И. Лукашов, Р.А. Крупчатников // Биомедицинская радиоэлектроника. 2009. - №5, С. 4-9.
23. Rasch G. Probabilistic models for some intelligence anent tests (Expanded edition, with foreword and afterword by Benjamin D. Wright). – Chicago: University of Chicago Press, 1980.-199p.
24. Smith E.V., Smith M.S. Introduction to Rasch Measurement Theory, Models and Applications. – Marle Grove, Minnesota: JAM Press, 2004.- 689p.
25. Smith R.M. Rasch Measurement Models: Interpreting WINSTEPS/BIGSTEPS and Facets Output. – Gainesville, Florida: JAM Press, 1995.

Быков Александр Владимирович
 Консультативная поликлиника БМУ
 КОКБ (Курск) кандидат
 медицинских наук, сердечно-
 сосудистый хирург,
 305040, г.Курск, ул.50 лет Октября,
 94

Пархоменко С.А.,
 майор медицинской службы,
 ведущий хирург, Центральный
 военный клинический госпиталь им.
 А.А. Вишневого (Москва), (e-mail:
 saparhomenko@mail.ru)

Бойцов Антон Владимирович
 ОАО "Фармстандартлексредства"
 г. Курск кандидат технических
 наук, начальник отдела
 информационных технологий
 e-mail: soul2023@mail.ru

e-mail: bikov-av@yandex.ru)

Родионова Софья Николаевна
ФГБОУ ВО «Юго-Западный
государственный университет» г.
Курск преподаватель кафедры
биомедицинской инженерии,
305040, г.Курск, ул.50 лет Октября,
94
тел.: +7 (4712) 22-26-60
e-mail:kstu-bmi@yandex.ru)

Стародубцева Лилия Викторовна
ФГБОУ ВО «Юго-Западный
государственный университет» г.
Курск кандидат технических наук,
доцент 305040, г.Курск, ул.50 лет
Октября, 94
тел.: +7 (4712) 22-26-60
e-mail: kstu-bmi@yandex.ru

Долженков Сергей Дмитриевич
ОБУЗ «Курская Городская
клиническая больница скорой
медицинской помощи» г.Курск
кандидат медицинских наук,
заведующий урологическим
отделением
e-mail:kstu-bmi@yandex.ru

A.V. BYKOV, A.S. PARKHOMENKO, A.V. BOYTSOV,
S.N. RODIONOVA, L.V. STARODUBTSEVA, S.D. DOLZHENKOV

THE MATHEMATICAL MODEL CHOICE OF TREATMENT GANGRENE OF THE LOWER EXTREMITIES ACCORDING TO THE DEGREE GRAVITY OF ITS FLOW

Abstract. *The work is devoted to the urgent problem of improving the quality of care for patients suffering from gangrene of the lower extremities, which can result in amputation and even death. In the course of the research it was shown that the problem of assessing the severity of gangrene of the lower extremities belongs to the class of poorly formalized problems with fuzzy data structure, which served as the basis for the choice of the methodology for the synthesis of hybrid fuzzy decision rules as the basic research apparatus. During the synthesis of fuzzy decision rules was justified the choice of informative features obtained in the course of surveys and inspections, instrumental and laboratory research methods. As the basic elements of fuzzy decision rules, the functions of the severity level of the disease under study are obtained, the aggregation of which allows to estimate the integral severity by groups of heterogeneous indicators, which is estimated by four classes, for each of which a corresponding treatment scheme is developed, the effectiveness of which was tested using the theory of measurement of latent variables. In the course of research, a mathematical model of treatment regimen selection depending on the severity of lower limb gangrene was synthesized.*

In the course of statistical tests, it was shown that compared with traditional treatment regimens, the use of the proposed model can increase the speed of achieving positive results by 2.4 times (by 58%) and reduce the risk of limb amputation by 2.5 times (by 73%).

The results obtained allow us to recommend the proposed mathematical models for use in the practice of surgeons and angiologists.

Keywords: *gangrene, lower limbs, severity, mathematical model, fuzzy logic, treatment regimens, G. Rush model.*

BIBLIOGRAPHY

1. Bykov, A. V. Prediction of the emergence and development of gangrene of the lower extremities on the basis of fuzzy decision-making models [Text] / A.V. Bykov // News of southwest state University. Series Management, computer engineering, computer science. Medical instrumentation, 2017. - №4 (25). - pp. 95-103.
2. Bykov, A. V. Model of evaluation of the effectiveness of drug treatment of critical lower limb ischemia [Text] / A.V. Bykov // Science, education, society: collection of scientific works on the materials of the International scientific-practical conference 30 September's 2016 г. Part 2. Tambov, OOO: Consulting company UCOM, 2016. – pp. 19-22.
3. Bykov, A. V. Prediction of the appearance and development of gangrene of the lower extremities using fuzzy intellectual technologies: monograph / A.V. Bykov, N.A. Korenevskiy, A. S. Parkhomenko, L. V. Starodubtseva, I.I. Khripina. – Kursk: «VIP Publishing house », 2017. – 420 p.
4. Bykov, A. V. Rationale for the choice of treatment regimens of combined ischemic processes with the leading pathology of the lower extremities using the theory of measurement of latent variables [Text] / A.V. Bykov, N.A. Korenevskiy, E. A. Boytsova, O. V. Filatova // News of Southwest University. Series Management, computer engineering, computer science. Medical instrumentation, 2017. - №1 (22). – pp.100-113.
5. Savelyev V. S., Koshkin V. M., Karalkin A. V. Pathogenesis and conservative treatment of severe stages of obliterating atherosclerosis of lower extremity arteries: a guide for physicians. - M.: OOO Medical information Agency. 2010. - 216 p.
6. Vascular surgery. National leadership. Short edition / ed. V. S. Savel'eva, A. I. Kirienko. - M.: GEOTAR - Media,2014. - 464 p.

7. Korenevskiy N.A. Using fuzzy decision logic for medical expert systems [Text] / N.A. Korenevskiy // Medical equipment. 2015. - №5 - p. 33-35.
8. Korenevskiy N.A. Design of decision-making systems on fuzzy network models in medical diagnostics and forecasting [Text] / N.A. Korenevskiy // Telecommunications, 2006. - №6. - p.25-31.
9. Korenevskiy N.A. The synthesis of hybrid ensembles of fuzzy models for the assessment of complex systems / [Text] N.A. Korenevskiy, K. V. Razumova // High technology, 2014. - T.15. - №12. - p.31-40.
10. Korenevsky, N. A. Evaluation and health management of students on the basis of hybrid intelligent technologies: monograph / N. A. Korenevskiy, A.N. Shutkin, S.A. Gorbatenko, V. I. Serebrovsky. – Stary Oskol: TNT, 2016. – Pp. 472.
11. Shutkin A.N. Design of knowledge bases of medical expert systems using teams of fuzzy rules [Text] / A.N. Shutkin, C.N. Korenevskaya, V.V. Fedyanin // Information projects in medicine and pedagogy. Materials of the international scientific-practical conference. 2014. - pp.61-64.
12. Korenevskiy, N.A. Application of Fuzzy Logic for Decision-Making in Medical Expert System [text] / N.A. Korenevskiy // Biomedical Engineering, May 2015, Volume 49, Issue 1, pp 46-49.
13. Korenevskiy, N.A. Assessment and management of health status based on models of Russia [Text] / N.A. Korenevskiy, A.N. Shutkin, E.A. Boytsova // Medical equipment, 2015, №6. - pp. 37-40.
14. Boytsov, A. V. Application of the theory of measurement of latent variables for formation of space of informative signs in problems of an assessment of a functional state of the person [Text] / L. P. Lazurin, S. N. Korenevskaya, A. N. Shutkin, A.V. Boytsov / News of Southwest State University. Series Management, computer engineering, computer science. Medical instrumentation, 2014. - №6 (57). - Pp. 52-58.
15. Bykov, A. V. Assessment of confidence in the development of gangrene of the lower extremities based on the models of G. Rush and E. Shortliff [Text] / A.V. Bykov, A. S. Parkhomenko, A.V. Boytsov, I.I. Khripina // System analysis and control in biotechnical systems, 2017. – T. 16 -№4. – PP. 878-883.
16. Gadalov, V. N. Mathematical models of reflex systems of the human body and their use for the prediction and diagnosis of diseases [Text] / V. N. Gadalov, N. A. Korenevsky, V. N. Snopkov // System analysis and control in biomedical systems, 2012.-T11.- № 2. - Pp. 515-521.
17. Korenevskiy, N.A. Energy-model reflexodiagnostic [Text] / N.A. Korenevskiy, J.I.P. Lazurina // OMCP. Kursk, 2000, 177 p.
18. Korenevskiy, N.A. Theoretical foundations of acupuncture Biophysics with applications in medicine, psychology and ecology based on fuzzy network models [Text] / N.A. Korenevskiy, R.A. Krupchatnikov, Al-Kasasbeh, R // Stary Oskol: TNT, 2013.-528p.
19. Koneva, L. V. Assessment of the level of psycho-emotional stress and fatigue in terms of indicators characterizing the state of human attention [Text] / L. V. Koneva, S. N. Korenevskaya, S. V. Degtyarev // System analysis and management in biomedical systems, 2012.-T11.- № 4. - Pp. 993-1000.
20. Korenevskaya, S. N. Hardware and software complex for psychophysiological research based on the ANDROID platform with AFE-interface [Text] / S.N. Korenevskaya E. S. Shkatova, M. A. Magerovsky, A. N. Shutkin // Medical equipment. 2016. - №5-Pp. 24-27.
21. Korenevskiy, N. A. Complex for research of features of attention and memory [Text] / N. A. Korenevskiy, D.E. Skopin, R.T. Al-Kasasbeh, A.A. Kusmin // Biomedical engineering, 2010. № 1. C. 36-40.
22. Korenevsky, N.A. Complex assessment of the level of psycho-emotional stress / Korenevsky N. A. Filatova O. I., Lukashov M. I., Krupchatnikov R. A. // Biomedical radio electronics. 2009. No. 5. – Pp. 4-9
23. Rasch G. Probabilistic models for some intelligence anent tests (Expanded edition, with foreword and afterword by Benjamin D. Wright). – Chicago: University of Chicago Press, 1980.-199p.
24. Smith E.V., Smith M.S. Introduction to Rasch Measurement Theory, Models and Applications. – Marle Grove, Minnesota: JAM Press, 2004.- 689p.
25. Smith R.M. Rasch Measurement Models: Interpreting WINSTEPS/BIGSTEPS and Facets Output. – Gainesville, Florida: JAM Press, 1995.

Bykov Alexander Vladimirovich

Consultative Clinic BMU KOKB (Kursk) Candidate of Medical Sciences, cardiovascular surgeon, 305040, Kursk, ul.50 years of October, 94
tel .: +7 (4712) 22-26-60
e-mail: bikov-av@yandex.ru

Parkhomenko S.A.,

Major of Medical Service, Leading Surgeon, Central Military Clinical Hospital named. A.A. Vishnevsky (Moscow),
(e-mail: saparkhomenko@mail.ru)

Boytsov Anton Veniaminovich

Pharmstandarting OJSC, Kursk Candidate of Technical Sciences, Head of the Information Technology Department
e-mail: soul2023@mail.ru

Rodionova Sofya Nikolaevna

FSBEI of HE "South-West State University", Kursk, Lecturer, Department of Biomedical Engineering, 305040, Kursk, ul.50 years of

Starodubtseva Liliya Viktorovna

FSBEI of HE "South-Western State University" Kursk Candidate of Technical Sciences, Associate Professor 305040, Kursk, 50 Let Oktyabrya St., 94

Dolzhenkov Sergey Dmitrievich

OBUZ "Kursk City Clinical Emergency Hospital" Kursk Candidate of Medical Sciences, Head of the Urology Department
e-mail: kstu-bmi@yandex.ru

КОНТРОЛЬ, ДИАГНОСТИКА, ИСПЫТАНИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

УДК 620.179.112

А.В. ЖИДКОВ, Д.Е. ЧЕКМАРЕВА, Р.Ю. ГНЕУШЕВ, В.В. МИШИН,
К.В. ПОДМАСТЕРЬЕВ

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТЕЙ КОНТУРНОЙ ПЛОЩАДИ КОНТАКТА ОТ ОТКЛОНЕНИЙ МАКРОГЕОМЕТРИИ СФЕРИЧЕСКИХ ТЕЛ

Аннотация. В статье предложена имитационная модель изменения контурной площади под воздействием внешней изменяющейся нагрузки. С помощью полученных экспериментальных данных доказана адекватность модели для разных поверхностей. Проведенные исследования позволяют осуществлять моделирование влияния параметров на состояние сферических поверхностей испытываемых объектов, что улучшит оценку состояния трибообъектов электрорезистивным методом.

Ключевые слова: Имитационное моделирование, трибомониторинг, трибосопряжение, трение, эндопротез, изнашивание, контурная площадь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. R. David Whitby Tribological problems with medical implants // Worldwide. Tribology & Lubrication technology. - 2011 - №1.
2. McNie CM, Dowson D. The Effect of Radial Clearance On Lubrication in a Metal on Metal joint tested in a Hip Joint Simulator // Thinning Films and Tribological Interfaces. - 2000. - С. 341-345.
3. Вавилов, В.П. Неразрушающий контроль / В.П. Вавилов, К.В. Подмастерьев, Ф.Р. Соснин, С.Ф. Корндорф, Т.И. Ногачев, Е.В. Пахолкин, Л.А. Бондарева, В.Ф. Мужижкий. Справочник в 8 томах/ Под общей редакцией В.В. Клюева. М.: Машиностроение, 2006. Том 5. Книга 1. Тепловой контроль. Книга 2. Электрический контроль (2-е издание, исправленное).
4. Podmaster'ev, K.V. Electric method and means to identify local defects in rollings / Podmaster'ev K.V., Pakholkin E.V. // Дефектоскопия, 1998. № 8. С. 59-67
5. Подмастерьев, К.В. Диагностический комплекс для трибологических исследований электрофлуктуационными методами / Подмастерьев К.В., Пахолкин Е.В., Мишин В.В., Марков В.В. // Контроль. Диагностика. 2000. № 12.
6. Подмастерьев, К.В. Измеритель параметров электрического контактирования / Подмастерьев К.В., Пахолкин Е.В., Мишин В.В. // Контроль. Диагностика. 2005. № 11. С.7.
7. Мишин, В.В. Приборная база для комплексного диагностирования подшипников / Мишин В.В., Подмастерьев К.В., марков В.В. // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2011. № 4(288). С. 111-120.
8. Пахолкин, Е.В. Приборы для трибомониторинга / Пахолкин Е.В., Подмастерьев К.В. // Датчики и системы. 2008. № 3. С. 16-19
9. Нагрузки, действующие на сустав человека // orthoload.com: Общедоступная база данных нагрузок на суставы человека URL: <https://orthoload.com/> (дата обращения: 2018.10.18).
10. Gargiulo, P. Bone Mineral Density and Fracture Risk Assessment for Patients Undergoing Total Hip Replacement / Gargiulo, P., Holdor, J. – Master of Science in Biomedical Engineering., 2013. – 89.: ил
11. Жидков А.В. Программно-аппаратный комплекс для испытаний эндопротеза тазобедренного сустава с парой трения «металл-металл» / Жидков А.В., Жильцов М.П., Лупандин А.А., Вьюн С.С., Лобода О.А., Мишин В.В., Подмастерьев К.В. // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии – 2016. - №1 (315). – С. 111-121.

Жидков Алексей Владимирович
ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С.
Тургенева», г. Орёл
Ассистент кафедры приборостроения,

Чекмарева Дарья Евгеньевна
ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С.
Тургенева», г. Орёл
студент 3 курса кафедры

Гнеушев Роман Юрьевич
ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С.
Тургенева», г. Орёл
студент 3 курса кафедры

метрологии и сертификации
Телефон: +79536222332;
E-mail: alexeyzhidkov54@yandex.ru

приборостроения, метрологии и
сертификации
Телефон: +79803680052;
E-mail: daryaachk@yandex.ru

приборостроения, метрологии и
сертификации
Телефон: +79534762451;
E-mail: tef312@yandex.ru

Мишин Владислав Владимирович
ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С.
Тургенева», г. Орёл
к.т.н., доцент, зав. каф. электроники,
радиотехники и систем связи
Телефон: +79536133879;
E-mail: vlad89290@gmail.com

Подмастерьев Константин Валентинович
ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орёл
д.т.н., профессор, зав. кафедрой приборостроения, метрологии и
сертификации
Телефон (84862) 41-98-03;
E-mail: asms-orel@mail.ru

A.V. ZHIDKOV, D.Ye. CHEKMAREVA, R.YU. GNEUSHEV, V.V. MISHIN,
K.V. PODMASTERYEV

RESEARCHES OF THE CONTACT CONTOUR AREA DEPENDENCEIES FROM THE DEVIATIONS OF MACRO GEOMETRY OF SPHERICAL BODIES

Abstract. *A simulation model of contour area changes under the influence of an external floating load is proposed in the article. The adequacy of the model is proved for different surfaces using the experimental data. The describes studies allow modeling the effect of parameters on the state of the spherical surfaces of the test objects. It will improve to estimate the state of triboobjects by electroresistive method.*

Keywords: *Simulation modeling, tribological monitoring, tribocoupling, friction, endoprosthesis, wear, contour area.*

BIBLIOGRAPHY

1. R. David Whitby Tribological problems with medical implants // Worldwide. Tribology & Lubrication technology. - 2011 - №1.
2. McNie CM, Dowson D. The Effect of Radial Clearance On Lubrication in a Metal on Metal joint tested in a Hip Joint Simulator // Thinning Films and Tribological Interfaces. - 2000. - S. 341-345.
3. Vavilov, V.P. Nerazrushayushchiy kontrol' / V.P. Vavilov, K.V. Podmaster'yev, F.R. Sosnin, S.F. Korndorf, T.I. Nogachev, Ye.V. Pakholkin, L.A. Bondareva, V.F. Muzhitskiy. Spravochnik v 8 tomakh/ Pod obshchey redaktsiyey V.V. Klyuyeva. M.: Mashinostroyeniye, 2006. Tom 5. Kniga 1. Teplovoy kontrol'. Kniga 2. Elektricheskii kontrol' (2-ye izdaniye, ispravlennoye).
4. Podmaster'ev, K.V. Ekectric method and mians to identify local defects in rollings / Podmaster'ev K.V., Pakholkin E.V.//Defektoskopiya, 1998. № 8. S. 59-67
5. Podmaster'yev, K.V. Diagnosticheskii kompleks dlya tribologicheskikh issledovaniy elektrofluktuatsionnymi metodami / Podmaster'yev K.V., Pakholkin Ye.V., Mishin V.V., Markov V.V. // Kontrol'. Diagnostika. 2000. № 12.
6. Podmaster'yev, K.V. Izmeritel' parametrov elektricheskogo elektricheskogo kontaktirovaniya / Podmaster'yev K.V., Pakholkin Ye.V., Mishin V.V. // Kontrol'. Diagnostika. 2005. № 11. S.7.
7. Mishin, V.V. Pribornaya baza dlya kompleksnogo diagnostirvaniya podshipnikov / Mishin V.V., Podmaster'yev K.V., markov V.V. // Fundamental'nyye i prikladnyye problemy tekhniki i tekhnologii. 2011. № 4(288). S. 111-120.
8. Pakholkin, Ye.V. Pribory dlya tribomonitoringa / Pakholkin Ye.V., Podmaster'yev K.V. // Datchiki i sistemy. 2008. № 3. S. 16-19
9. Nagruzki, deystvuyushchiye na sustav cheloveka // orthoload.com: Obshchedostupnaya baza dannykh nagruzok na sustavy cheloveka URL: <https://orthoload.com/> (data obrashcheniya: 2018.10.18).
10. Gargiulo, P. Bone Mineral Density and Fracture Risk Assessment for Patiens Undergoing Total Hip Replacement / Gargiulo, P., Holdor, J. – Master of Science in Biomedical Engineering., 2013. – 89.: il
11. Zhidkov A.V. Programmno-apparatnyy kompleks dlya ispytaniy endoproteza tazobedrennogo sustava s paroy treniya «metall-metall» / Zhidkov A.V., Zhil'tsov M.P., Lupandin A.A., V'yun S.S., Loboda O.A., Mishin V.V., Podmaster'yev K.V. // Fundamental'nyye i prikladnyye problemy tekhniki i tekhnologii – 2016. - №1 (315). – S. 111-121.

Zhidkov Alexey Vladimirovich
State University OSU named after
I.S.Turgenev, Orel

Chekmareva Darya Evgenievna
State University OSU named after
I.S.Turgenev, Orel

Gneushev Roman Yurievich
State University OSU named after
I.S.Turgenev, Orel

Assistant at the Department of
Instrument Engineering, Metrology
and Certification
Phone: +79536222332;
E-mail: alexeyzhidkov54@yandex.ru

third year student at the Department
of Instrument Engineering, Metrology
and Certification
Phone: +79803680052;
E-mail: daryaachk@yandex.ru

third year student at the Department
of Instrument Engineering, Metrology
and Certification
Phone: +79534762451;
E-mail: tef312@yandex.ru

Mishin Vladislav Vladimirovich,
PhD, docent
State University OSU named after
I.S.Turgenev, Orel
Head of the Department of
Electronics, Radio Engineering and
Communication Systems
Phone: +79536133879;
E-mail: vlad89290@gmail.com

Podmasteryev Konstantin Valentinovich
PhD, professor
State University OSU named after I.S.Turgenev, Orel
Head of the Department of Instrument Engineering, Metrology and
Certification
Phone: (84862) 41-9803
E-mail: asms-orel@mail.ru

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

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

- Статья предоставляется в 1 экземпляре на бумажном носителе и в электронном виде (по электронной почте или на любом электронном носителе).

- Водном сборнике может быть опубликована только **одна статья одного автора**, включая соавторство.

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

- Структура статьи:

УДК;

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

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

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

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

Текст статьи;

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

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

Фамилия, имя, отчество;

учреждение или организация;

ученая степень, ученое звание, должность;

адрес;

телефон;

электронная почта.

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

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

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

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

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

Плата за опубликование статей не взимается.

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

Адрес издателя:

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

Адрес редакции:

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

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

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

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

Подписано в печать 27.02.2019 г.
Дата выхода в свет
Формат 60x88 1/8. Усл. печ. л. 9.
Цена свободная. Тираж 600 экз.
Заказ _____

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