

ISSN 2073-7408

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ
И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

4 (354) 2022

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.

Поляков Р.Н. – д-р техн. наук, проф.

Шоркин В.С. – д-р физ.-мат. наук, проф.

Члены редколлегии:

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

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)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Савин Л.А. – д-р техн. наук, проф.
(Россия)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Содержание

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

Секция «Механические и биомеханические системы»

Гайнуллина Я.Н., Пашков Е.В., Калинин М.И., Сопин П.К. Техническое обеспечение процессов жидкостного дыхания.....	3
Люминарский И.Е., Люминарский С.Е., Люминарская Е.С. Влияние степени точности зубчатых колес на кинематическую погрешность волновой зубчатой передачи.....	11
Пашков Е.В., Возжзов А.А., Ярохина Д.В. Устройство сепарации паров дистиллята в камере вакуумной опреснительной установки.....	17
Полищев В.П., Поляков А.М., Полищев В.В. Разработка и исследование гидравлических испытательных камер высокого давления.....	23
Степанов П.И., Закураев В.В., Гуналов Б.А. Система предиктивной диагностики тягового асинхронного электропривода перспективных поездов.....	32
Сухоруков А.Л., Титов М.А. Сопоставительный анализ параметров движения подводного глайдера дискообразной формы.....	38
Годжаев З.А., Шеховцов В.В., Ляшенко М.В., Мерляк В.К., Потапов П.В. Воспроизведение нагрузок эксплуатационного характера на стенде для испытаний трансмиссий.....	48
Неменко А.В., Никитин М.М. Дальний прогноз показателей эксплуатационной надежности производственной системы.....	58
Дологлонян А.В., Матвеев В.Т., Клименко А.Г. Исследование влияния климата на эффективность гибридных солнечных микрогазотурбинных установок.....	65
Дологлонян А.В., Матвеев В.Т., Клименко А.Г. Исследование эффективности гибридных солнечных комбинированных микрогазотурбинных установок в условиях тропического климата.....	73
Чемакина Т.Л., Опанашук Н.Б., Решетнев М.А. Применение системы пенотушения на нефтеналивных судах.....	83
Поляков А.М., Пахалюк В.И., Бузаев П.А., Мухина О.В., Сопин П.К. Исследование процессов остеointеграции и заживления костной ткани в области установки имплантата.....	89
Буркова Е.В., Бурков Д.В. Использование солнечной энергии для теплоснабжения для объектов индивидуального жилищного строительства.....	101
Собянина Г.Н., Мальков С.Ю. Технология жидкостной искусственной вентиляции легких биообъектов в испытательном гипербарическом стенде.....	109
Хайдарова Н.М., Лебедев Ю.А., М.В. Хазимуллин, Ю.И. Тимиров, Мухамедзянова А.А., Ихсанов И.А. Влияние монослоев поверхностно-активного вещества [3-(триметоксисил)пропил]-октадецилдиметил] аммоний хлорида с контролируемой плотностью упаковки молекул на стеклянных подложках с проводящим покрытием на свойства жидкокристаллического слоя п-(4-метоксибензилден)-4-бутиланилина.....	115
Бохонский А.И., Варминская Н.И., Рыжкова Н.П. Колебания волновой маятниковой энергоустановки.....	123

Секция «Технологии, материалы и инструменты»

Дударев А.С., Бражникова М.С., Горетова В.А. Определение зависимости ввода спирального сверла от ширины перемычки.....	130
Пахалюк В.И., Поляков А.М., Сопин П.К., Мухина О.В. Обработка плазмой низкого давления используемого в тотальном эндопротезе тазобедренного сустава СВМПЭ для снижения его износа.....	138
Куксенова Л.И., Козлов Д.А., Алексеева М.С. Влияние структуры медных покрытий на работоспособность тяжело нагруженных стальных пар трения.....	150
Неменко А.В., Никитин М.М. Оценки функциональной надежности при финишной обработке полированием.....	161
Дударев А.С., Нечаева Е.В. Расчет количества активных режущих зёрен на рабочей поверхности алмазного инструмента.....	167
Денисов М.С., Петрешин Д.И., Чеботарев П.А., Давыдов К.Е., Петухова С.М. Использование давления для повышения устойчивости управления кристаллизацией.....	175
Возжзов А.А. К вопросу о колебаниях инструмента при точении с оппозитным размещением резцов.....	181
Третьяков А.Ф. Проектирование технологических процессов изготовления изделий из металлических пористых материалов на основе технологической наследственности.....	185
Подвищев А.В. Аналитическое определение осевой силы и крутящего момента при сверлении полимерных композиционных материалов.....	194

Editorial Committee

Editor-in-chief

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

Editor-in-chief Assistants:

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

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

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

Polyakov R.N. Doc. Sc. Tech., Prof.

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

Member of editorial board:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Savin L.A. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)

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

Soldatkin V.M. Doc. Sc. Tech., 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, Oryol region, Oryol, st.

Moskovskaya, 34

+7 (905) 169 88 99

<https://oreluniver.ru/science/journal/fipptt>

E-mail: radsu@rambler.ru

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

Index on the catalogue of the

«Pressa Rossii» 29504

on the websites www.pressa-rf.ru

and www.aks.ru

© Orel State University, 2022

Contents

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

Section "Mechanical and Biomechanical Systems"

<i>Gainullina Ya.N., Pashkov E.V., Kalinin M.I., Sopin P.K. Process technical support liquid breathing</i>	3
<i>Luminarsky I.E., Luminarsky S.E., Luminarskaya E.S. The influence of the degree of accuracy gears on the kinematic error of the wave gear</i>	11
<i>Pashkov E.V., Vozhzhov A.A., Yarokhina D.V. Device for separation of distillate vapor in the chamber of vacuum destination plant</i>	17
<i>Polivtsev V.P., Poliakov A.M., Polivtsev V.V. Development and research of high pressure hydraulic test chamber</i>	23
<i>Stepanov P.I., Zakuraev V.V., Gupalov B.A. Analysis of thermal characteristics of gas furnace with deadlock flame chamber</i>	32
<i>Sukhorukov A.L., Titov M.A. Comparative analysis of the motion parameters of a disk-shaped underwater glider</i>	38
<i>Godzhaev Z.A., Shekhovtsov V.V., Liashenko M.V., Merlyak V.K., Potapov P.V. Reproduction of operational loads on the stand for drivetrains testing</i>	48
<i>Nemenko A.V., Nikitin M.M. Long-range forecast of the production system parameters maintenance reliability</i>	58
<i>Dologlonyan A.V., Matviienko V.T., Klimenko A.G. Study of the influence of climate on the efficiency of hybrid solar micro gas turbine plant</i>	65
<i>Dologlonyan A.V., Matviienko V.T., Klimenko A.G. Study of the efficiency of hybrid solar combined microgas turbine plants under tropical climate</i>	73
<i>Chemakina T.L., Opanashchuk N.B., Reshetnev M.A. Application of the foam extinguishing system on oil tankers</i>	83
<i>Poliakov A.M., Pakhaliuk V.I., Bugayov P.A., Mukhina O.V., Sopin P.K. Study of the osseointegration processes and healing of bone tissue in the area of implant installation</i> ...	89
<i>Burkova E.V., Burkov D.V. The use of solar energy for heat supply for individual housing construction</i>	101
<i>Sobyagina G.N., Malkov S.U. Liquid artificial ventilation of light model bio-objects under the conditions of the testing hyperbaric bench</i>	109
<i>Khaidarova N.M., Lebedev Yu.A., Khazimullin M.V., Timirov Yu.I., Mukhamedzyanova A.A., Ihsanov I.A. Effect of monolayers of surfactant [3-(trimethoxysilyl)-propyl]-octadecyldimethyl ammonium chloride with controlled packing density of molecules on glass substrates with conductive coating on the properties of the liquid crystal layer of n-(4-methoxybenzylidene)-4-butylaniline</i>	115
<i>Bokhonsky A.I., Varminskaya N.I., Ryzhkova N.P. Oscillations of a wave pendulum power facility</i>	123

Section "Technologies, materials and tools"

<i>Dudarev A.S., Brazhnikova M.S., Goretrova V.A. Determination of the dependence of the retract of the twist drill on the width of the jumper</i>	130
<i>Pakhaliuk V.I., Poliakov A.M., Sopin P.K., Mukhina O.V. Low-pressure plasma treatment of UHMWPE used in total hip replacement for reducing its wear</i>	138
<i>Kuksenova L.I., Kozlov D.A., Alekseeva M.S. Influence of the structure of copper coatings on the performance of heavy-loaded steel friction couples</i>	150
<i>Nemenko A.V., Nikitin M.M. Estimates of functional reliability in finishing by polishing</i>	161
<i>Dudarev A.S., Nechaeva E.V. Calculation of the number of active cutting grains on the working surfaces of diamond tools</i>	167
<i>Denisov M.S., Petreshin D.I., Chebotarev P.A., Davydov K.E., Petukhova S.M. Using pressure to increase the stability of crystallization control</i>	175
<i>Vozhzhov A.A. For on the question of tool vibrations during turning with opposite cutter placement</i>	181
<i>Tretyakov A.F. Design of technological processes of manufacture of products from metallic porous materials on the basis of technological heredity</i>	185
<i>Podvintsev A.V. Analytical determination of axial force and torque when drilling polymer composite materials</i>	194

The journal is included in the «List of peer-reviewed scientific publications in which the main scientific results of dissertations for obtaining the scientific degree of the candidate of sciences, for the academic degree of the doctor of sciences» of the Higher Attestation Commission for the following groups of scientific specialties:

05.02.02. Mechanical engineering of drive systems and machine parts (technical sciences), **05.02.18.** Theory of mechanisms and machines (technical sciences), **05.02.23.** Standardization and product quality management (technical sciences), **2.2.4.** Instruments and measurement methods (by types of measurements) (technical sciences), **2.2.5.** Navigation devices (technical sciences), **2.2.8.** Methods and devices for monitoring and diagnosing materials, products, substances and the natural environment (technical sciences), **2.2.11.** Information-measuring and control systems (technical sciences), **2.2.12.** Devices, systems and products for medical purposes (technical sciences), **2.5.3.** Friction and wear in machines (technical sciences), **2.5.4.** Robots, mechatronics and robotic systems (technical sciences), **2.5.5.** Technology and equipment for mechanical and physical-technical processing (technical sciences), **2.5.6.** Engineering technology (technical sciences), **2.5.7.** Technologies and machines for forming (technical sciences).

The journal is indexed in the system of the Russian Science Citation Index (RSCI), and also in international systems **Chemical Abstracts** and **Google Scholar**.

СЕКЦИЯ «МЕХАНИЧЕСКИЕ И БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

УДК 629.127.4.073/074:551.46.01

DOI: 10.33979/2073-7408-2022-354-4-3-10

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ЖИДКОСТНОГО ДЫХАНИЯ

Аннотация. Работа посвящена анализу взаимодействия биологических объектов с элементами глубоководного комплекса жидкостного дыхания, входящего в структуру биотехнических систем двойного назначения. Рассмотрены особенности газообмена в системе биообъект – аппарат жидкостного дыхания при различных режимах эксплуатации.

Ключевые слова: аппарат жидкостного дыхания, ультразвук, десатурация, вакуум, газообмен, биотехническая система.

Работа выполнена при поддержке программы Приоритет-2030 Севастопольского государственного университета (стратегический проект №2 "Прорывные исследования и разработки в области жидкостного дыхания").

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахутин В.М. Бионические аспекты синтеза биомеханических систем // Информационные материалы: Кибернетика. – М.: Сов. радио – 1976. – № 4 (92) – С. 3 – 27.
2. Бессонов А.Н. Подводный поиск / А.Н. Бессонов, Л.А. Гельбух, Н.Ф. Елистратов, В.А. Смирнов – М.: Воениздат, 1983. – 210 с.
3. Ашофф Ю.А. Биологические ритмы – М.: Мир, 1984. – Т 1,2. – 400 с.
4. Винер Н. Динамические системы в физике и биологии – Вестник АН СССР – 1964. - №7 – С. 43 – 45.
5. Гаррет Р. Основы анализа операций на море / Р. Гаррет, Дж. Лондон – М.: Воениздат МО СССР, 1974. – 270 с.
6. Емельянов Л.А. Теория поиска в военном деле / Л.А. Емельянов, В.А. Абчук, В.П. Лапшин, В.Г. Суздаль – М.: Воениздат МО СССР, 1964. – 208 с.
7. Журид Б.А. Биомеханические предпосылки и перспективы использования морских животных в глубоководных поисково-подъёмных операциях ВМФ // Служебное использование МЖ в интересах ВМФ, в/ч - 13132. – Севастополь – 1978. – С. 18-21.
8. Журид Б.А. Исследование новых гидробиологических технологий освоения подводной среды и средств их реализации в биотехнических системах двойного назначения // Отчёт о НИР. – Дельфин – Сонар, в/ч А1845. – Севастополь – 1994. – 186 с.
9. Капур К. Надежность и проектирование систем / К. Капур, Л. Ламберсон – М.: Мир, 1980. – 604 с.
10. Кокшайский Н.В. Биологическая гидродинамика – М.: Бионика, 1973. – Т. 1. – с. 9 – 85.
11. Мантейфель Б.П., Павлов Д.С., Ильичёв В.Д., Баскин Л.М. Биологические основы управления поведением животных // Экологические основы управления поведением животных. – М.: Наука, 1980. – С. 5 – 24.
12. Кулагин В.В. Теория морских биотехнических систем / В.В. Кулагин, Б.А. Журид – Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ – Гидрофизика», 2010. – 331 с.
13. Методика определения показателей надёжности биотехнической системы: отчёт о НИР, ОКБ БИМК. – Л.: Канал – АН, 1980. – № 422 – С. 34 – 147.
14. Новосельцев В.Н. Теория управления и биосистемы – М.: Наука, 1978. – 320 с.
15. Романенко Е.В. Измерение скорости обтекания морских животных / Е.В. Романенко, В.Г. Янов – М.: Наука, 1978. – 245 с.
16. Холден Дж.С. Дыхание / Дж.С. Холден, Дж. Пристли – М.Л.: Биомедгиз, 1937. – 221 с.
17. Kindwall E.P. Metabolic rate and animal size correlated with decompression sickness – Amer. J. physiol, 1962. – 388 p.
18. Taates F.M. A comparative review of motivational systems using classical control theory / F.M. Taates, J.A. Archer – Anim. Behav. 1978. – 380 p.
19. Амосов Н.М. Моделирование сложных систем – К.: Наукова думка, 1968. – 376 с.
20. Афанасьев Р.Ф. О количестве точек для получения средневзвешенных величин теплового потока с поверхности тела / Р.Ф. Афанасьев, В.Н. Кричагин, Л.Б. Казанцев – Гигиена и санитария, 1963. - № 11 – 163 с.
21. Моудер Дж. Исследование операций, методологические основы и математические методы / Дж. Моудер, С. Элмаграби – М.: Мир, 1981. – Т. 1 – 712 с., - Т. – 677 с.

22. Пат. 209285 Российской Федерации на полезную модель, МПК А61М16/00/. Аппарат жидкостного дыхания/ Пашков Е.В., Поливцев В.П., Поливцев В.В., Калинин М.И.; заявитель и патентообладатель Севастопольский государственный университет. – № 2021129676; заявл. 11.10.2021; опубл. 14.03.2022. Бюл. № 8. – 12 с.

23. Гайнуллина Я.Н., Пашков Е.В., Калинин М.И., Поливцев В.П. Исследование работоспособности элементов систем жизнеобеспечения биологических объектов в реализации технологий жидкостного дыхания// Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии: Матер. междунар. научн.–техн. конф. – Орел: ОГУ им. И.С. Тургенева. – 2022. – № 1 – С. 148 – 154.

24. Образцов И.Ф. Проблемы прочности в биомеханике – Москва: Высшая школа, 1988. – 311 с.

Гайнуллина Яна Николаевна

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

Пашков Евгений Валентинович

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

Калинин Михаил Иванович

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

Сопин Павел Константинович

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,
Старший научный сотрудник лаборатории «Экспериментальные системы жизнеобеспечения биологических объектов»
г. Севастополь, ул. Университетская, 33
тел. +7(8692) 545-023
pavel.sopin@gmail.com

YA.N. GAINULLINA, E.V. PASHKOV, M.I. KALININ, P.K. SOPIN

PROCESS TECHNICAL SUPPORT LIQUID BREATHING

Abstract. *The work is devoted to the analysis of the interaction of biological objects with elements of the deep-water complex of liquid respiration, which is part of the structure of dual-purpose biotechnical systems. The features of gas exchange in the system bioobject - liquid breathing apparatus under various operating modes are considered.*

Keywords: *liquid breathing apparatus, ultrasound, desaturation, vacuum, gas exchange, biotechnical system.*

BIBLIOGRAPHY

1. Ahytin V.M. Bionicheskie aspekti cinteza biomechanicheskikh sistem // Informacionnie maeriali: Kibernetika. – M.: Sov. radio – 1976. – № 4 (92) – S. 3 – 27.
2. Bessonov A.N. Podvodniy poisk / A.N. Bessonov, L.A. Gelbyh, N.F. Elistratov, V.A. Smirnov – M.: Voenizdat, 1983. – 210 s.
3. Ashoff U.A. Biologicheskii ritmi – M.: Mir, 1984. – T 1,2. – 400 s.
4. Viner N. Dinamicheskie sistemi v fizike i biologii – Vestnik AN SSSP – 1964. - №7 – S. 43 – 45.
5. Garret R. Osnovi analiza operatsiy na more / R. Garret. Dz. London – M.: Voenizdat MO SSSR. 1974. – 270 s.
6. Emelyanov L.A. Toriya poiska v voennom dele / L.A. Emelyanov. V.A. Abchuk, V.P. Lapshin, V.G. Syzdal – M.: Voenizdat MO SSSR, 1964. – 208 s.
7. Zyrid B.A. Biomechanicheskie predposilki i perspektivi ispolzovaniya morskikh zivotnih v glybokovodnih poiskovo podemnih operatsiyah VMF // Slyzibnoe ispolzovanie MZ v interesah VMF, v/ch – 13132. – Sevastopol – 1978. – S. 18 – 21/
8. Zyrid B.A. Issledovanie novih gidrobiologicheskikh tehnologiy osvoeniya podvodnoy sredi u credstv ih realizatsii v biotekhnicheskikh sistemah dvoynogo naznacheniya // Otchet o NIR. – Delfin – Sonar. v/ch A1845. – Sevastopol – 1994. – 186 s.
9. Kapyr K. Nadeznost I proektirovaniye sistem / K. Kapyr, L. Lamberson - M.: Mir, 1980. – 604 s.
10. Kokshaiskiy N.V. Biologicheskaya gidrodinamika – M.: Bionika, 1973. – T. 1. – s. 9 – 85.
11. Manteyfel B.P., Pavlov D.S., Ilichev V.D., Baskin L.M. Biologicheskii osnovi upravleniya povedeniem zivotnih // Ekologicheskii osnovi upravleniya povedeniem zivotnih. – M.: Nayka, 1980. – S. 5 – 24.
12. Kylagin V.V. Toriya morskikh biologicheskikh sistem / V.V. Kylagin, B.A. Zyrid – Sevastopol: NPC «EKOSI – Gidrofizika», 2010. – 331 s.

13. Metodika opredeleniya pokazateley nadezhnosti biotekhnicheskoy sistemi: otchet o NIR, OKB BIMK. – L.: Kanal – AN, 1980. – S. 34 – 147.
14. Novosel'sev V.N. teoriya upravleniya i biosistemi – M.: Nayka, 1978. – 320 s.
15. Romanenko E.V. Izmerenie skorosti obtekaniya morskikh zivotnih / E.V. Romanenko. B.G. Yanov – M.: Nayka, 1978. – 245 s.
16. Holden D.Z.S. Dihanie / D.Z.S. Holden, D.Z. Pristli – M.L.: Biomedgiz, 1937. – 221 s.
17. Kindwall E.P. Metabolic rate and animal size correlated with decompression sickness – Amer. J. phisiol, 1962. – 388 s.
18. Taates F.M. A comparative review of motivational systems using classical control theory / F.M. Taates, J.A. Archer – Anim. Behav. 1978. – 380 s.
19. Amosov N.M. Modelirovanie sloznych sistem – K.: Naykova dymka, 1968. – 376 s.
20. Afanasev R.F. O kolichestve tochek dlya polycheniya srednevzveshennih velichin teplovogo potolka s poverhnosti tela / P.F. Afanasev, V.N. Krichgin, L.B. Kazansev – Gigiena i sanitariya, 1963.- № 11 – 163 s.
21. Moyder D.Z. Issledovanie operatsiy, metodologicheskie osnovy i matematicheskie metody / D.Z. Moyder, S. Elmagrabi – M.: Mir, 1981. – T. 1 – 712 s., - T. – 677 s.
22. Pat. 202283 Rossiyskaya Federatsiya na poleznyu model, MPK A61M16/00/. Apparat zidkostnogo dihaniya / Pashkov E.V., Polivtsev V.P., Kalinin M.I.; zayavitel i patentoobladatel Sevastopolskiy gosudarstvenniy universitet. – № 2021129676; zayavl. 11.10.2021; opubl. 14.03.2022. Byul. № 8. – 12 s.
23. Gaynullina Ya.N., Pashkov E.V., Kalinin M.I., Polivtsev V.P. Issledovanie rabotosposobnosti elementov sistem zizneobespecheniya biologicheskikh obektov v realizatsii tehnologii zidkostnogo dihaniya // Fundamentalnie I prikladnie problem tehniki i tehnologii: Mater.mezlynar.naychno – tehn.konf. – Orel: OGY im. I.S. Tyrgeneva. – 2022. – № 1 – S. 148 – 154.
24. Obrazcov I.F. Problemi prochnosti v biomehanike – Moskva: Biscshaya schkola, 1988. – 311 s.

Gaynullina Yana Nikolaevna

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

Pashkov Yevgeny Valentinovich

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

Kalinin Mikhail Ivanovich

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

Sopin Pavel Konstantinovich

Sevastopol State University,
Senior researcher of the laboratory "Experimental life support systems of biological objects"
Sevastopol, Universitetskaya str., 33
tel. +7(8692) 545-023
E-mail: pavel.sopin@gmail.com

© Гайнуллина Я.Н., Пашков Е.В., Калинин М.И., Сопин П.К., 2022

УДК 621.833

DOI: 10.33979/2073-7408-2022-354-4-11-16

И.Е. ЛЮМИНАРСКИЙ, С.Е. ЛЮМИНАРСКИЙ, Е.С. ЛЮМИНАРСКАЯ

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ТОЧНОСТИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС НА КИНЕМАТИЧЕСКУЮ ПОГРЕШНОСТЬ ВОЛНОВОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ

Аннотация. Рассмотрены погрешности изготовления и установки деталей волновой зубчатой передачи, влияющие на её кинематическую точность. Для теоретического определения погрешности использовалась математическая модель передачи, учитывающая упругие взаимодействия её элементов. Для волновой передачи с кулачковым генератором волн показано, что основными причинами возникновения кинематической погрешности являются радиальное смещение кулачка и погрешности изготовления зубчатых колес. Рассмотрены погрешности изготовления и установки деталей, вызывающие смещение кулачка. Для рассматриваемой волновой зубчатой передачи получена зависимость наибольшей кинематической погрешности от степени точности зубчатых колес.

Ключевые слова: волновая передача, гибкое колесо, жесткое колесо, кулачок, кинематическая погрешность, класс точности, погрешность обката.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Истомин, С.Н. и др. Кинематическая точность приборных волновых передач / С.Н. Истомин. – М.: Машиностроение, 1987. – 160 с.
2. Тимофеев, Г.А. Степень влияния ошибок изготовления деталей волновой зубчатой передачи на её кинематическую точность / Г.А. Тимофеев, Ю.В. Костиков // Приводы и компоненты машин. – 2016. – № 3(20) – С. 10–13.
3. Костиков, Ю.В. Кинематическая погрешность и мертвый ход волновых зубчатых передач внешнего деформирования / Ю.В. Костиков, Г.А., Ф.И. Фурсяк // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2013. – № 8– С.30–34.
4. Попов, П.К. Динамическая модель возникновения кинематической погрешности волновой зубчатой передачи / П.К. Попов, Л.О. Штриплинг // Известия вузов. Машиностроение. – 1986. – №1– С.46-50.
5. Янгулов, В.С. Кинематическая погрешность волновой передачи промежуточными телами качения / В.С. Янгулов // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т. 314, N 2 – С. 49–54.
6. Lyuminarsky, I.E. Kinematic error of a harmonic drive / I.E. Lyuminarsky, S.E. Lyuminarsky // MATEC Web of Conferences. – 2018. – Vol. 224: International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment (ICMTMTE 2018). – Art.1039(5p.) - DOI: 10.1051/mateconf/201822401039.
7. Люминарский, И.Е. Расчет кинематической погрешности волновой зубчатой передачи как упругой системы с односторонним контактом звеньев / И.Е. Люминарский, С.Е. Люминарский // Известия вузов. Машиностроение. – 2008. – № 8– С.9–19.
8. Люминарский, И.Е. Математическая модель волновой зубчатой передачи с дисковым генератором волн / И.Е. Люминарский, С.Е. Люминарский // Машиностроение и инженерное образование. – 2012. – №2– С.45–52.
9. Дунаев, А.Ф. Расчет допусков размеров / А.Ф. Дунаев, О.П. Леликов – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992. – 240 с.
10. Тайц, Б.А. Точность и контроль зубчатых колес. / Б.А. Тайц, И.И. Марков /. – Л.: Машиностроение, 1978. – 135 с.

Люминарский Игорь Евгеньевич
ФГБОУ ВО «Московский государственный
технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
Доктор технических наук, профессор
«Теория механизмов и машин»
105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., 5, стр. 1
Тел. (905) 508-92-14
E-mail: lie260@mail.ru

Люминарский Станислав Евгеньевич
ФГБОУ ВО «Московский государственный
технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
Кандидат технических наук, доцент
«Теория механизмов и машин»
105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., 5, стр. 1
Тел. (905) 508-92-14
E-mail: katjstas@mail.ru

Люминарская Екатерина Станиславовна
ФГБОУ ВО «Московский государственный
технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
Кандидат технических наук, доцент
«Электротехника и промышленная электроника»
105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., 5, стр. 1
Тел. (905) 508-92-14
E-mail: luyminarskaja.caterina@yandex.ru

I.E. LUMINARSKY, S.E. LUMINARSKY, E.S. LUMINARSKAYA

THE INFLUENCE OF THE DEGREE OF ACCURACY GEARS ON THE KINEMATIC ERROR OF THE WAVE GEAR

Abstract. *The errors of manufacturing and installation of wave gear parts affecting its kinematic accuracy are considered. For the theoretical determination of the error, a mathematical model of transmission was used, taking into account the elastic interactions of its elements. For wave transmission with a cam wave generator, it is shown that the main causes of kinematic error are radial displacement of the cam and errors in the manufacture of gears. The errors of manufacturing and installation of parts causing displacement of the cam are considered. For the considered wave gear, the dependence of the greatest kinematic error on the degree of accuracy of the gears is obtained.*

Keywords: *wave transmission, flexible wheel, rigid wheel, cam, kinematic error, accuracy class, rolling error.*

BIBLIOGRAPHY

1. Istomin, S.N. et al. Kinematic accuracy of instrument wave transmissions / S.N. Istomin. – М.: Mashinostroenie, 1987. – 160 p.

2. Timofeev, G.A. The degree of influence of manufacturing errors of wave gear parts on its kinematic accuracy / G.A. Timofeev, Yu.V. Kostikov // Drives and components of machines. – 2016. – № 3(20) – P. 10-13.
3. Kostikov, Yu.V. Kinematic error and dead stroke of wave gears external deformation / Yu.V. Kostikov, G.A., F.I. Fursyak // News of higher educational institutions. Mechanical engineering. – 2013. – No. 8 – pp.30-34.
4. Popov, P.K. Dynamic model of the occurrence of kinematic error of wave gear transmission / P.K. Popov, L.O. Stripling // Izvestiya vuzov. Mechanical engineering. – 1986. – No.1 – pp.46-50.
5. Yangulov, V.S. Kinematic error of wave transmission by intermediate rolling bodies / V.S. Yangulov // Izvestiya Tomsk Polytechnic University. - 2009. – Vol. 314, N 2 – pp. 49-54.
6. Lyuminarsky, I.E. Kinematic error of a harmonic drive / I.E. Lyuminarsky, S.E. Lyuminarsky // MATEC Web of Conferences. – 2018. – Vol. 224: International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment (ICMTMTE 2018). – Art.1039(5p.) - DOI: 10.1051/mateconf/201822401039.
7. Luminarsky, I.E. Calculation of the kinematic error of a wave gear transmission as an elastic system with one-way contact of links / I.E. Luminarsky, S.E. Luminarsky // News of universities. Mechanical engineering. - 2008. – No. 8 – p.9-19.
8. Luminarsky, I.E. Mathematical model of a wave gear transmission with a disk wave generator / I.E. Luminarsky, S.E. Luminarsky // Mechanical engineering and engineering education. - 2012. – No.2 – pp.45–52.
9. Dunaev, A.F. Calculation of dimensional tolerances / A.F. Dunaev, O.P. Lelikov – 2nd ed. reprint. and additional – M.: Mechanical Engineering, 1992. – 240 p.
10. Taits, B.A. Precision and control of gears. / B.A. Taits, I.I. Markov /. – L.: Mashinostroenie, 1978. – 135 p.

Luminarsky Igor Evgenievich

Bauman Moscow State Technical University (National Research University)
 Doctor of Technical Sciences, Professor
 Theory of mechanisms and machines
 105005, Moscow, 2nd Baumanskaya str., 5, p. 1
 E-mail: lie260@mail.ru

Luminarsky Stanislav Evgenievich

Bauman Moscow State Technical University (National Research University)
 Candidate of Technical Sciences,
 Associate Professor
 Theory of mechanisms and machines
 105005, Moscow, 2nd Baumanskaya str., 5, p. 1
 Тел. (905) 508-92-14
 E-mail: katjstas@mail.ru

Luminarskaya Ekaterina Stanislavovna

Bauman Moscow State Technical University (National Research University)
 Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
 Electrical engineering
 and industrial electronics
 105005, Moscow, 2nd Baumanskaya str., 5, p. 1
 Tel. (905) 508-92-14
 E-mail: luyminarskaja.caterina@yandex.ru

© Люминарский И.Е., Люминарский С.Е., Люминарская Е.С., 2022

УДК 628.165

DOI: 10.33979/2073-7408-2022-354-4-17-22

Е.В. ПАШКОВ, А.А. ВОЖЖОВ, Д.В. ЯРОХИНА

**УСТРОЙСТВО СЕПАРАЦИИ ПАРОВ ДИСТИЛЛЯТА В КАМЕРЕ
 ВАКУУМНОЙ ОПРЕСНИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ**

***Аннотация.** Проанализированы функциональные возможности традиционных установок вакуумной дистилляции. Рассмотрены особенности процесса при увеличении интенсивности кипения с целью увеличения производительности. Приведена оригинальная конструкция вакуумной опреснительной установки с сепарацией паров дистиллята, что позволяет интенсифицировать процесс парообразования и повысить качество дистиллята.*

Ключевые слова: технологии опреснения воды, вакуумная дистилляция, камера, давление, сепарация паров дистиллята.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. L. Swatuk, M. McMorris, C. Leung, Y. Zu, Seeing “invisible water”: challenging conceptions of water for agriculture, food and human security, Can. J. Dev. Stud. 36 (2015) 24-37, <https://doi.org/10.1080/02255189.2015.1011609>.

2. S. Senevirathna, S. Ramzan, J. Morgan, A sustainable and fully automated process to treat stored rainwater to meet drinking water quality guidelines, *Process Saf. Environ. Protect.* 130 (2019) 190-196, <https://doi.org/10.1016/j.psep.2019.08.005>.

3. M.T. Chaibi, An overview of solar desalination for domestic and agriculture water needs in remote arid areas. [https://doi.org/10.1016/S0011-9164\(99\)00197-6](https://doi.org/10.1016/S0011-9164(99)00197-6), 2000.

4. A.D. Khawaji, I.K. Kutubkhanah, J.M. Wie, Advances in seawater desalination technologies, *Desalination* 221 (2008) 47-69, <https://doi.org/10.1016/j.desal.2007.01.067>.

5. N.T. Alwan, S. Shcheklein, O. Ali, Investigation of the coefficient of heat transfer and daily cumulative production in a single-slope solar distiller at different water depths, *Energy Sources, Part A Recover, Util. Environ. Eff.* (2020) 1-18, <https://doi.org/10.1080/15567036.2020.1842561>.

6. Свешников В.К. Станочные гидроприводы: справочник / В.К. Свешников. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2008. – 640с.

Пашков Евгений Валентинович

ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет, г. Севастополь,
Доктор технических наук, профессор кафедры
«Приборные системы и автоматизация
технологических процессов»,
e-mail: pashkov@sevsu.ru

Вожжов Андрей Анатольевич

ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет, г. Севастополь,
Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Приборные системы и автоматизация
технологических процессов»,
e-mail: AAVozhzhov@sevsu.ru

Ярохина Дарья Васильевна

студент магистратуры, кафедры «Приборные
системы и автоматизация технологических
процессов»,
e-mail: dasha.dashka2000@mail.ru

E.V. PASHKOV, A.A. VOZHZHOV, D.V. YAROKHINA

DEVICE FOR SEPARATION OF DISTILLATE VAPOR IN THE CHAMBER OF VACUUM DESTINATION PLANT

Abstract. *The functional capabilities of traditional vacuum distillation units are analyzed. The features of the process are considered with an increase in the intensity of boiling in order to increase productivity. The original design of a vacuum desalination plant with distillate vapor separation is presented, which makes it possible to intensify the process of vaporization and improve the quality of the distillate.*

Keywords: *Water desalination technologies, vacuum distillation, chamber, pressure, distillate vapor separation.*

BIBLIOGRAPHY

1. L. Swatuk, M. McMorris, C. Leung, Y. Zu, Seeing “invisible water”: challenging conceptions of water for agriculture, food and human security, *Can. J. Dev. Stud.* 36 (2015) 24-37, <https://doi.org/10.1080/02255189.2015.1011609>.

2. S. Senevirathna, S. Ramzan, J. Morgan, A sustainable and fully automated process to treat stored rainwater to meet drinking water quality guidelines, *Process Saf. Environ. Protect.* 130 (2019) 190-196, <https://doi.org/10.1016/j.psep.2019.08.005>.

3. M.T. Chaibi, An overview of solar desalination for domestic and agriculture water needs in remote arid areas. [https://doi.org/10.1016/S0011-9164\(99\)00197-6](https://doi.org/10.1016/S0011-9164(99)00197-6), 2000.

4. A.D. Khawaji, I.K. Kutubkhanah, J.M. Wie, Advances in seawater desalination technologies, *Desalination* 221 (2008) 47-69, <https://doi.org/10.1016/j.desal.2007.01.067>.

5. N.T. Alwan, S. Shcheklein, O. Ali, Investigation of the coefficient of heat transfer and daily cumulative production in a single-slope solar distiller at different water depths, *Energy Sources, Part A Recover, Util. Environ. Eff.* (2020) 1-18, <https://doi.org/10.1080/15567036.2020.1842561>.

6. Sveshnikov V.K. Stanochnyye gidroprivody: spravochnik / V.K. Sveshnikov. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Mashinostroyeniye. 2008. – 640s.

Pashkov Evgeniy Valentinovich

Vozhzhov Andrey Anatolyevich

Sevastopol State University, Sevastopol, Russia,

Sevastopol State University, Sevastopol, Russia, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department "Instrument systems and automation of technological processes",
e-mail: pashkov@sevsu.ru

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Instrument systems and automation of technological processes",
e-mail: AAVozhzhov@sevsu.ru

Yarokhina Daria Vasilievna

Sevastopol State University, Sevastopol, Russia, masters student, department "Instrument systems and automation of technological processes",
e-mail: dasha.dashka2000@mail.ru

© Пашков Е.В., Вожжов А.А., Ярохина Д.В., 2022

УДК 681.5:621.432.3

DOI: 10.33979/2073-7408-2022-354-4-23-31

В.П. ПОЛИВЦЕВ, А.М. ПОЛЯКОВ, В.В. ПОЛИВЦЕВ

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ КАМЕР ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Аннотация. *Предлагается классификация гидравлических испытательных камер и барокамер. Приведены разработки и создание гипербарических барокамер, предназначенных для имитации процесса погружения/всплытия технических и биологических объектов на глубину 1500 метров. Испытательный стенд оснащен гидравлической частью, позволяющей создавать давление при погружении/всплытии по любому закону. Наличие в системе датчика температуры и chillera позволяет регулировать температуру подаваемой в камеру под давлением воды в широком диапазоне. Наличие двух видеокамер обеспечивают видеонаблюдение в режиме реального времени. Байонетный затвор обеспечивает процесс быстрого открытия/закрытия крышки как горизонтальной, так и вертикальной камер.*

Ключевые слова: *гидрокамера, давление, пропорциональные клапаны давления и расхода, гидроцилиндр, рабочая жидкость.*

Работа выполнена при поддержке программы Приоритет–2030 Севастопольского государственного университета (стратегический проект №2 «Прорывные исследования и разработки в области жидкостного дыхания»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кисляков Ю.Я. Дыхание, динамика газов и работоспособность при гипербарии / Ю.Я. Кисляков, И.С. Бреслав. – Л.: Наука, 1988. – 237 с.
2. Смолин В.В. Глубоководные водолазные спуски и их медицинское обеспечение / В.В. Смолин, Г.М. Соколов, Б.Н. Павлов, М.Д. Демчишин. – М.: Слово, 2004. – Т. 2. – 723 с.
3. ГОСТ Р 52264–2004 Барокамеры водолазные. Общие технические условия. – Введен впервые, введ. 2004 10 – 11. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 39 с.
4. Яхонтов Б.О. Физиологические принципы оптимизации водолазных дыхательных газовых смесей // Нептун. Водолазный проект. – 2014. – № 5. – С. 74–79.
5. Яхонтов Б.О. Физиологические принципы построения технологий водолазных погружений // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 12–1. – С. 132–136.
6. Гуляр С.А. Медико-физиологические гипербарические исследования в рамках программы «Черномор»: результаты и перспективы // Современные методы и средства океанологических исследований: Матер. XI междунар. научн.–технич. конф. – М., 2009. – Ч. 1. – С. 105–109.
7. Гладышев Н.Ф. Системы и средства регенерации и очистки воздуха обитаемых герметичных объектов / Н.Ф. Гладышев, Т.В. Гладышева, С.И. Дворецкий. – М.: Издательский дом «Спектр», 2016. – 204 с.
8. Байдин С.А., Бакукулова Д.Ш., Костюков Ю.М. Влияние ГБО на состояние вегетативной нервной системы у больных хирургического профиля // Гипербарическая физиология и медицина. – 1996. – № 4. – С. 10–16.
9. Белокуров Ю.Н., Рыбачков В.В. Гипербарическая оксигенация при критических состояниях в хирургии. – Ярославль, 1981. – С. 147–152.

10. Патент на полезную модель RU 202283U1. Установка для жидкостного дыхания в условиях гипербарии / Пашков Е.В., Поливцев В.П., Калинин М.И., Поливцев В.В.; заявка № 202013058, 16.09.2020; опубл. 10.02.2021. Бюл. № 4.

11. Патент на полезную модель RU 201202U1. Быстродействующий мембранно-плунжерный затвор для камер гипербарических установок / Пашков Е.В., Поливцев В.П., Коваленко А.В., Балакин А.И.; заявка № 2020127187, 13.08. 2020; опубл. 02.12.2020. Бюл. № 34.

Поливцев Виктор Петрович

ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет, г. Севастополь
Кандидат технических наук, заведующий НИЛ «ЭСЖБО»
299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33
Тел. +7(978) 861–50–57
E-mail: polivcev.viktor@yandex.ru

Поливцев Владимир Викторович

ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет, г. Севастополь
Руководитель группы НИЛ «ЭСЖБО»
299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33
Тел. +7(978) 745–20–25
E-mail: vovapolivcev@yandex.ru

Поляков Александр Михайлович

ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет, г. Севастополь
Кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник НИЛ «Биомеханика»
299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33
Тел. +7(978) 703–88–26
E-mail: a.m.poljakov@sevsu.ru

V.P. POLIVTSEV, A.M. POLIAKOV, V.V. POLIVTSEV

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF HIGH PRESSURE HYDRAULIC TEST CHAMBER

Abstract. *A classification of hydraulic test chambers and pressure chambers is proposed. The development and creation of hyperbaric pressure chambers designed to simulate the process of immersion/ ascent of technical and biological objects to a depth of 1500 meters are given. The test bench is equipped with a hydraulic part that allows you to create pressure during descent / ascent according to any law. The presence of a temperature sensor and a chiller in the system allows you to control the temperature of the water supplied to the chamber under pressure in a wide range. The presence of two video cameras provide video surveillance in real time. The bayonet lock provides a quick opening/closing process for both horizontal and vertical chambers.*

Keywords: *hydraulic chamber, pressure, proportional pressure and flow valves, hydraulic cylinder, working fluid.*

BIBLIOGRAPHY

1. Kislyakov YU.YA. Dykhaniye, dinamika gazov i rabotosposobnost pri giperbarii / YU.YA. Kislyakov, I.S. Breslav. – L.: Nauka, 1988. – 237 s.
2. Smolin V.V. Glubokovodnyye vodolaznyye spuski i ikh meditsinskoye obespecheniye / V.V. Smolin, G.M. Sokolov, B.N. Pavlov, M.D. Demchishin. – M.: Slovo, 2004. – Т. 2. – 723 s.
3. GOST R 52264–2004 Barokamery vodolaznyye. Obshchiye tekhnicheskiye usloviya. – Vveden v pervyye, vved. 2004 10 – 11. – Moskva: IPK Izdatelstvo standartov, 2004. – 39 s.
4. Yakhontov B.O. Fiziologicheskiye printsipy optimizatsii vodolaznykh dykhatelnykh gazovykh smesey // Neptun. Vodolaznyy proyekt. – 2014. – № 5. – S. 74–79.
5. Yakhontov B.O. Fiziologicheskiye printsipy postroyeniya tekhnologiy vodolaznykh pogruzheniy // Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniy. – 2017. – № 12–1. – S. 132–136.
6. Gulyar S.A. Mediko-fiziologicheskiye giperbaricheskiye issledovaniya v ramkakh programmy «Chernomor»: rezultaty i perspektivy // Sovremennyye metody i sredstva okeanologicheskikh issledovaniy: Mater. XI mezhdunar. nauchn.–tekhnich. konf. – M., 2009. – CH. 1. – S. 105–109.
7. Gladyshev N.F. Sistemy i sredstva regeneratsii i ochistki vozdukh obitayemykh germetichnykh ob'yektov / N.F. Gladyshev, T.V. Gladysheva, S.I. Dvoretzkiy. – M.: Izdatelskiy dom «Spektr», 2016. – 204 s.
8. Baydin S.A., Bakukulova D.SH., Kostyukov YU.M. Vliyaniye GBO na sostoyaniye vegetativnoy nervnoy sistemy u bolnykh khirurgicheskogo profilya // Giperbaricheskaya fiziologiya i meditsina. – 1996. – № 4. – S. 10–16.

9. Belokurov YU.N., Rybachkov V.V. Giperbaricheskaya oksigenatsiya pri kriticheskikh sostoyaniyakh v khirurgii. – Yaroslavl, 1981. – S. 147–152.

10. Patent na poleznuyu model RU 202283U1. Ustanovka dlya zhidkostnogo dykhaniya v usloviyakh giperbarii / Pashkov Ye.V., Polivtsev V.P., Kalinin M.I., Polivtsev V.V.; zayavka № 202013058, 16.09.2020; opubl. 10.02.2021. Byul. № 4.

11. Patent na poleznuyu model RU 201202U1. Bystrodeystvuyushchiy membranno-plunzhernyy zatvor dlya kamer giperbaricheskikh ustanovok / Pashkov Ye.V., Polivtsev V.P., Kovalenko A.V., Balakin A.I.; zayavka № 2020127187, 13.08. 2020; opubl. 02.12.2020. Byul. № 34.

Polivtsev Viktor Petrovich

Sevastopol State University
Ph.D., Associate Professor, Head of the Research Laboratory “Experimental Life Support Systems for Biological Objects”
Universitetskaya Str. 33, Sevastopol, 299053
Phone: +7(978) 861–50–57
E–mail: polivcev.viktor@yandex.ru

Polivtsev Vladimir Viktorovich

Sevastopol State University
Head of the Research Laboratory
“Experimental Life Support Systems for Biological Objects”
Universitetskaya Str. 33, Sevastopol, 299053
Phone: +7(978) 745–20–25
E–mail: vovapolivcev@yandex.ru

Poliakov Aleksandr Mikhailovich

Sevastopol State University
Ph.D., Associate Professor, Engineering Mechanics and Machinery Department,
Universitetskaya Str. 33, Sevastopol, 299053
Phone: +7(978) 703–88–26
E–mail: a.m.poljakov@sevsu.ru

© Поливцев В.П., Поляков А.М., Поливцев В.В., 2022

УДК 62.83, 62.192

DOI: 10.33979/2073-7408-2022-354-4-32-37

П.И. СТЕПАНОВ, В.В. ЗАКУРАЕВ, Б.А. ГУПАЛОВ

СИСТЕМА ПРЕДИКТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ ТЯГОВОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПОЕЗДОВ

Аннотация. В работе описана концепция повышения эффективности процесса контроля технического состояния и оценки ресурса работы асинхронного электропривода перспективных поездов на основе анализа диагностической информации различной физической природы с учетом разных видов диагностических сигналов, порождаемых отдельными элементами приводов (вибрации и тока).

Практическая реализация проекта обеспечит повышение эффективности контроля технического состояния электромеханического оборудования, позволит перейти от планового обслуживания транспортных средств (в частности, высокоскоростного железнодорожного транспорта) к обслуживанию по фактическому состоянию, к увеличению безопасности, а также к расширению автоматизации систем контроля.

Функциональное назначение проекта: оценка технического состояния электромеханического оборудования и прогнозирование остаточного ресурса работы его узлов посредством использования интеллектуального блока принятия решений на основе нейронной сети.

Ключевые слова: неразрушающий контроль, диагностика, электропривод, остаточный ресурс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Степанов, П.И. Комплексная токовая и вибродиагностика электромеханических систем / П.И. Степанов, С.В. Лагуткин, Ю.Р. Никитин // Интеллектуальные системы в производстве. – 2013. – № 2. – С. 160-165.
2. Степанов, П.И. Механические и электрические диагностические параметры электрических приводов / П.И. Степанов, С.В. Лагуткин, Ю.Р. Никитин // Интеллектуальные системы в производстве. – 2014. – № 2. – С. 59-63.
3. Степанов, П.И. Алгоритм прогнозирования остаточного ресурса электромеханического оборудования на основе комплексного анализа токовых и вибрационных сигналов / П.И. Степанов, В.В. Закураев // Омский научный вестник. – 2017. – № 3 (153). – С. 99-103.
4. Stepanov, P. Diagnostics of Mechatronic Systems on the Basis of Neural Networks with High-Performance Data Collection / P. Stepanov, Yu. Nikitin // Mechatronics 2013: Recent Technological and Scientific Advances. Springer International Publishing Switzerland. – 2014. – P. 433-440.

5. Stepanov, P. Monitoring of technical condition of motors and bearings of woodworking equipment / P. Stepanov [et al.] // Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen, Zvolen, Technick univerzita vo Zvolene. – 2014. – 56(2). – P. 97-104.

6. Степанов, П.И. Логико-лингвистическая модель диагностирования и прогнозирования остаточного ресурса мехатронных объектов / Ю.Р. Никитин, И.В. Абрамов, П.И. Степанов // Интеллектуальные системы в производстве. – 2013. – № 2. – С. 79-87.

7. Степанов, П.И. Разработка и тестирование блока принятия решений для системы контроля технического состояния электромеханического оборудования / П.И. Степанов // Южно-Сибирский научный вестник. – 2020. – № 1. – С. 108-113.

Степанов Павел Иванович
Новоуральский технологический институт НИЯУ «МИФИ», г. Новоуральск,
Кандидат технических наук, и.о. заведующего кафедрой автоматизации управления
624130, Свердловская обл., г. Новоуральск, ул. Ленина, 85
Тел. 8 (34370) 7-49-51
E-mail: stepanov_pi@mail.ru

Закураев Виктор Владимирович
Новоуральский технологический институт НИЯУ «МИФИ», г. Новоуральск,
Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии машиностроения
624130, Свердловская обл., г. Новоуральск, ул. Ленина, 85
Тел. 8 (34370) 7-49-51
E-mail: tm@nsti.ru

Гупалов Борис Алексеевич
Новоуральский технологический институт НИЯУ «МИФИ», г. Новоуральск,
Кандидат технических наук, доцент кафедры управления качеством
624130, Свердловская обл., г. Новоуральск, ул. Ленина, 85
Тел. 8 (34370) 7-49-51
E-mail: tm@nsti.ru

P.I. STEPANOV, V.V. ZAKURAEV, B.A. GUPALOV

ANALYSIS OF THERMAL CHARACTERISTICS OF GAS FURNACE WITH DEADLOCK FLAME CHAMBER

Abstract. *The paper describes the concept of improving the efficiency of the process of monitoring the technical condition and evaluating the service life of an asynchronous electric drive of promising trains based on the analysis of diagnostic information of various physical nature, taking into account different types of diagnostic signals generated by individual drive elements (vibration and current).*

The practical implementation of the project will increase the efficiency of monitoring the technical condition of electromechanical equipment, will make it possible to move from scheduled maintenance of vehicles (in particular, high-speed railway transport) to service according to the actual condition, to increase safety, as well as to expand the automation of control systems.

Functional purpose of the project: assessment of the technical condition of electromechanical equipment and prediction of the residual life of its nodes through the use of an intelligent decision block based on a neural network.

Keywords: *non-destructive testing, diagnostics, electric drive, residual life.*

BIBLIOGRAPHY

1. Stepanov, P.I. Complex current and vibration diagnostics of electromechanical systems / P.I. Stepanov, S.V. Lagutkin, Yu.R. Nikitin // Intelligent systems in production. - 2013. - No. 2. – P. 160-165.

2. Stepanov, P.I. Mechanical and electrical diagnostic parameters of electrical drives / P.I. Stepanov, S.V. Lagutkin, Yu.R. Nikitin // Intelligent systems in production. - 2014. - No. 2. - P. 59-63.

3. Stepanov, P.I. Algorithm for predicting the residual life of electromechanical equipment based on a comprehensive analysis of current and vibration signals / P.I. Stepanov, V.V. Zakuraev // Omsk Scientific Bulletin. - 2017. - No. 3 (153). - S. 99-103

4. Stepanov, P. Diagnostics of Mechatronic Systems on the Basis of Neural Networks with High-Performance Data Collection / P. Stepanov, Yu. Nikitin // Mechatronics 2013: Recent Technological and Scientific Advances. Springer International Publishing Switzerland. – 2014. – P. 433-440.

5. Stepanov, P. Monitoring of technical condition of motors and bearings of woodworking equipment / P. Stepanov [et al.] // Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen, Zvolen, Technick univerzita vo Zvolene. – 2014. – 56(2). – P. 97-104.

6. Stepanov, P.I. Logical-linguistic model for diagnosing and predicting the residual resource of mechatronic objects / Yu.R. Nikitin, I.V. Abramov, P.I. Stepanov / Intelligent systems in production. – 2013. - No. 2. - P. 79-87.

8. Stepanov, P.I. Development and testing of the decision-making block for the control system of the technical condition of electromechanical equipment / P.I. Stepanov // South Siberian Scientific Bulletin. – 2020. - No. 1. - P. 108-113.

Stepanov Pavel Ivanovich
National Research Nuclear University MEPhI, Novouralsk,
Ph.D., Manager of the Department of Control Automation
624130, Sverdlovsk region,
Novouralsk, Lenina st., 85, Ph. 8

Zakuraev Viktor Vladimirovich
National Research Nuclear University MEPhI, Novouralsk,
Ph.D., Manager of the Department of Mechanical Engineering Technology
624130, Sverdlovsk region,
Novouralsk, Lenina st., 85

Gupalov Boris Alekseevich
National Research Nuclear University MEPhI, Novouralsk,
Ph.D., Lecturer of the Department of Quality Control
624130, Sverdlovsk region,
Novouralsk, Lenina st., 85

А.Л. СУХОРУКОВ, М.А. ТИТОВ

СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ПОДВОДНОГО ГЛАЙДЕРА ДИСКООБРАЗНОЙ ФОРМЫ

Аннотация. В работе на основе численных методов динамики вязкой жидкости проведен сопоставительный анализ гидродинамических характеристик и параметров движения в вертикальной плоскости дискообразного подводного планера (глайдера) с исходной и модифицированной формой корпуса. Модификация заключалась в создании на корпусе глайдера профилированной кольцеобразной «проточки». Введение данного конструктивного элемента уменьшает значение опрокидывающего момента и увеличивает демпфирующий момент, что, в свою очередь, улучшает параметры устойчивости глайдера в вертикальной плоскости. Предложенная модификация позволила обеспечить устойчивое движение глайдера на углах атаки близких к оптимальным, в то время как дискообразный глайдер исходной формы характеризуется автоколебательными изменениями параметров движения на этом режиме.

Ключевые слова: подводный планер, глайдер, автоколебания, дискообразная форма, избыточная плавучесть, устойчивость движения, гидродинамическое качество, угол атаки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Koterayama W. Autonomous Underwater Vehicle for Practical Use in Ocean Observations /W. Koterayama, M. Nakamura, Y. Ito, H. Yoshimura // Proceedings of the Tenth (2012) ISOPE Pacific/Asia Offshore Mechanics Symposium. Vladivostok, Russia, October 3-5, 2012, P. 170-175.
2. Сухоруков А.Л. Об устойчивости подводного планера – глайдера на балансировочных режимах движения / А.Л. Сухоруков, М.А. Титов // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2016. № 3. С. 66 – 79.
3. Сухоруков А.Л. Об использовании численных методов динамики вязкой жидкости для определения коэффициентов вращательных производных гидродинамических сил и моментов / А.Л. Сухоруков, М.А. Титов, И.А. Чернышев // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2016. № 2. С. 52 – 61.
4. Сухоруков А.Л. Теория подводных тросовых систем и ее инженерные приложения / А.Л. Сухоруков – М.: Физматлит, 2017.
5. Короткин А.И. Присоединенные массы судостроительных конструкций / А.И. Короткин – СПб.: Морвест, 2007.
6. Пантов Е.Н. Основы теории движения подводных аппаратов / Е.Н. Пантов, Н.Н. Махин, Б.Б. Шереметов – Л.: Судостроение, 1973.
7. Рождественский В.В. Динамика подводной лодки / В.В. Рождественский – Т1. Л.: Судостроение, 1970.
8. Рождественский К.В. Параметрический анализ установившегося движения подводного глайдера в вертикальной плоскости / К.В. Рождественский // Морские интеллектуальные технологии. 2016. Т.2, №3 (33). С. 7 – 14.

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

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

A.L. SUKHORUKOV, M.A. TITOV

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE MOTION PARAMETERS OF A DISK-SHAPED UNDERWATER GLIDER

Abstract. Based on numerical methods of viscous fluid dynamics, a comparative analysis of the hydrodynamic characteristics and motion parameters in the vertical plane of a disc-shaped underwater glider with the original and modified hull shape is carried out in this work. The modification consisted in creating a profiled annular "groove" on the body of the glider. The introduction of this structural element reduces the value of the overturning moment and increases the damping moment, which, in turn, improves the stability parameters of the glider in the vertical plane. The proposed

modification made it possible to ensure stable movement of the glider at angles of attack close to optimal, while the disk-shaped glider of the original form is characterized by self-oscillatory changes in the motion parameters in this mode.

Keywords: *underwater glider, glider, self-oscillations, disk-like shape, excessive buoyancy, motion stability, hydrodynamic quality, angle of attack.*

BIBLIOGRAPHY

1. Koterayama W. Autonomous Underwater Vehicle for Practical Use in Ocean Observations /W. Koterayama, M. Nakamura, Y. Ito, H. Yoshimura // Proceedings of the Tenth (2012) ISOPE Pacific/Asia Offshore Mechanics Symposium. Vladivostok, Russia, October 3-5, 2012, P. 170-175.
2. Sukhorukov A.L. Ob ustoychivosti podvodnogo planera – glaydera na balansirovochnikh rejimakh dvijeniya / A.L. Sukhorukov, M.A. Titov // Fundamentalnaya i prikladnaya gidrofizika. 2016. №3, S. 66 – 79.
3. Sukhorukov A.L. Ob ispolzovanii chislennich metodov dinamiki vyazkoy jidkosti dlya opredeleniya koeffitsientov vraschatelnikh proizvodnikh gidrodinamicheskikh sil i momentov / A.L. Sukhorukov, M.A. Titov, I.A. Chernishev // Fundamentalnaya i prikladnaya gidrofizika. 2016. №2, S. 52 – 61.
4. Sukhorukov A.L. Teoriya podvodnikh trosovikh system i eyo inginerkiye prilozheniya / A.L. Sukhorukov // M.: Fizmatlit, 2017.
5. Korotkin A.I. Prisoedinenniye massi sudostroitelnykh konstruksiy / A.I. Korotkin // SPb.: Morvest, 2007.
6. Pantov E.N. Osnovi teorii dvigeniya podvodnykh apparatov / E.N. Pantov, N.N. Makhin, B.B. Sheremetov – L.: Sudostroyeniye, 1973.
7. Rojdestvensky V.V. Dinamika podvodnoy lodki / V.V. Rojdestvensky – T1. L.: Sudostroyeniye, 1970.
8. Rojdestvensky K.V. Parametrichesky analiz ustanovivshegosya dvijeniya podvodnogo glaydera v vertikalnoy ploskosti / K.V. Rojdestvensky // Morskiye intellektualniye tekhnologii. 2016. T.2, №3 (33). S. 7 – 14.

Sukhorukov Andrei Lvovich

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

Titov Maxim Alexandrovich

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

© Сухоруков А.Л., Титов М.А., 2022

УДК 531.3+534.83+5207.114.2+621.43

DOI: 10.33979/2073-7408-2022-354-4-48-57

З.А. ГОДЖАЕВ, В.В. ШЕХОВЦОВ, М.В. ЛЯШЕНКО, В.К. МЕРЛЯК, П.В. ПОТАПОВ

ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ НАГРУЗОК ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ХАРАКТЕРА НА СТЕНДЕ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ТРАНСМИССИЙ

Аннотация. *В материалах доклада описываются техническое решение и функциональные возможности стенда с гидравлическим замыканием силового контура, в котором в качестве нагружающего устройства, позволяющего воспроизводить на испытываемой трансмиссии нагрузки эксплуатационного характера, использован гидронагружатель с вращающимся золотником. В мировом автотракторостроении для испытаний трансмиссий машин используются стенды, позволяющие автоматизированно реализовывать на испытываемом узле тождественные эксплуатационным динамические режимы нагружения с воспроизведением диапазона амплитуд и спектра частот действующих нагрузок. С учетом этих требований авторами предложено техническое решение нагружающего устройства к стенду для испытаний трансмиссий тракторов с замыканием силового контура гидрообъемными передачами. В схеме стенда присутствует два гидрозамкнутых контура насос-мотор-испытываемая трансмиссия. Вследствие этого к каждому борту трансмиссии возможно прикладывать разные нагружающие воздействия. Постоянная нагрузка в гидрозамкнутом контуре создается за счет того, что во время настройки системы нагружения производительность гидронасосов задается несколько большей расхода гидромоторов; при этом величина закрутки валов замкнутого контура, а, следовательно, величина нагружающего воздействия на испытываемую трансмиссию, определяется степенью различия этих настроек, от которой зависит давление в напорных магистралях гидрозамкнутого контура. Переменный режим нагружения деталей испытываемой трансмиссии формируется гидравлическими нагружателями с вращающимся золотником, снабженными комплектом наборных дисков с выполненными в них сквозными отверстиями, через которые при вращении золотника по определенной закону осуществляется связь напорных магистралей со сливом, при этом нагрузка на деталях испытываемой трансмиссии изменяется в соответствии с полученным в результате предварительного анализа эксплуатационным нагрузочным режимом. Количество и диаметры сквозных отверстий в наборных дисках подбираются, исходя из необходимости реализации одной или нескольких полигармонических составляющих A_{if1}*

реального процесса нагружения. Амплитуды каждой из составляющих определяются диаметрами сквозных отверстий в наборных дисках вращающегося золотника и частотой вращения его приводного электродвигателя постоянного тока, а частоты изменения – количеством сквозных отверстий в диске, углами их взаимного расположения и также частотой вращения приводного электродвигателя золотника. В соответствии с выполненным анализом амплитудного и частотного состава эксплуатационных динамических нагрузок трансмиссии осуществляется подъем и сброс давления в напорных магистралях, обеспечивая возможность воспроизведения на испытываемой трансмиссии нагрузок эксплуатационного характера с частотами изменения до 50 Гц.

Ключевые слова: *испытательный стенд, гидрозамкнутый силовой контур, гидронагружатель с вращающимся золотником, испытываемая трансмиссия, режим нагружения.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Годжаев, З.А. Современные конструкторско-технологические методы создания и испытаний мобильных транспортных средств / З.А. Годжаев, В.В. Шеховцов // Известия ВолгГТУ. Серия "Наземные транспортные системы". Вып. 4: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. – Волгоград, 2011. – № 12. – С. 5-8.
2. Победин А.В., Тескер Е.И., Шевчук В.П., Котовсков А.В., Шеховцов В.В., Ляшенко М.В., Ходес И.В. Разработка конструкций, экспериментальные и расчетные исследования тягово-транспортных средств // Наука – производству № 1, 2000. – С. 44 – 48.
3. К разработке методики ускоренных стендовых испытаний трансмиссий сельскохозяйственных тракторов / И.В. Ходес, Е.И. Тескер, В.В. Шеховцов, Вл.П. Шевчук, А.О. Куликов // Основные направления экономики и рационального использования металла в автотракторостроении: тез. докл. всесоюз. науч.-техн. конф. (18-19 окт.) / Челябинск. филиал НАТИ [и др.]. – Челябинск, 1984. – С. 182-184.
4. Шеховцов В.В. Анализ и синтез динамических характеристик автотракторных силовых передач и средств для их испытания. Монография. – Волгоград, изд-во РПК «Политехник», 2004. – 224 с.
5. Совершенствование автотракторных силовых передач на основе анализа и синтеза их динамических характеристик на этапе проектирования: автореферат дис... доктора технических наук: 05.05.03 / Волгогр. гос. техн. ун-т. – Волгоград, 2004. – 47 с.
6. Ходес, И.В. Стендовое оборудование для испытания трансмиссий тракторов / И.В. Ходес, В.В. Шеховцов, Вл.П. Шевчук // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1988. – № 7. – С. 10 – 13.
7. Стендовое оборудование для испытаний силовых передач тракторов / В.В. Шеховцов, И.В. Ходес, Вл.П. Шевчук, Н.С. Соколов-Добрев, К.В. Шеховцов, Е.В. Клементьев // Современные наукоёмкие технологии. – 2013. – № 1. – С. 36-40.
8. Ходес, И.В. Пути приближения условий нагружения трансмиссий на стенде к условиям ее работы на тракторе / И.В. Ходес, В.В. Шеховцов, Вл.П. Шевчук // Повышение надежности и снижение металлоемкости зубчатых передач и редукторов общемашиностроительного применения: тез. докл. республ. науч.-техн. конф., 29-30 сент. – 1 окт. 1983 г. – Харьков, 1983. – С. 175-176.
9. Ходес, И.В. Разработка стендового оборудования и некоторые результаты испытаний тракторных трансмиссий в режиме переменных нагрузок / И.В. Ходес, В.В. Шеховцов, Вл.П. Шевчук // Несущая способность и качество зубчатых передач и редукторов машин: тез. докл. всесоюз. науч.-техн. конф. (г. Алма-Ата, сент. 1985 г.) / Науч.-техн. общество машиностроит. пром-сти [и др.]. – М., 1985. – Ч. II. – С. 50-51.
10. Шеховцов, В.В. Управление динамическими свойствами силовых передач стендов / В.В. Шеховцов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1997. – № 11. – С. 32 – 35.
11. Шеховцов В.В., Шевчук В.П., Зленко С.В. и др. Распространение крутильных колебаний в валопроводе силовой передачи трактора ВТ-100 // Тракторы и сельскохозяйственные машины № 8, 2002. – С. 10 – 12.
12. Шеховцов, В.В. Некоторые результаты анализа осциллограмм процессов нагружения переменным режимом трансмиссии трактора ДТ-75С на стенде / В.В. Шеховцов, А.М. Терновой // Новые материалы, конструкции и технологические процессы: тез. докл. – Волгоград, 1983. – С. 66-67.
13. Стенд для динамических испытаний трансмиссий перспективных тракторов ВгТЗ в замкнутом силовом контуре / И.В. Ходес, В.В. Шеховцов, Вл.П. Шевчук и др. // Повышение технического уровня зубчатых передач энергонасыщенных тракторов: тез. докл. обл. науч.-техн. совещ., 14-16 марта 1982 г. – Харьков, 1982. – С. 151-152.
14. Стенд для ускоренных испытаний в режиме переменных нагрузок / И.В. Ходес, В.В. Шеховцов, В.Н. Орешкин, Вл.П. Шевчук и др. // Обеспечение надежности тракторной техники в свете задач, поставленных XXVI съездом КПСС: тез. докл. всесоюз. науч.-техн. конф., 12-15 окт. – Челябинск, 1982. – С. 26-30.
15. Шеховцов, В.В. Стенд для динамических испытаний гидромеханических трансмиссий перспективных тракторов ВГТЗ / В.В. Шеховцов, А.П. Цапалов // Новые материалы, конструкции и технологические процессы: тез. докл. – Волгоград, 1983. – С. 65-66.
16. Стенд для испытания трансмиссий / И.В. Ходес, В.В. Шеховцов, Вл.П. Шевчук, В.В. Губин // Машиностроению – прогрессивную технологию и высокое качество деталей: тез. докл. на обл. науч.-практ. конф. – Тольятти, 1983. – С. 109-110.

17. Шеховцов, В.В. Стенд для ускоренных испытаний трансмиссий тракторов ВгТЗ / В.В. Шеховцов // Исследования и совершенствование тракторных конструкций: тез. докл. всесоюз. науч.-техн. конф., 30 мая – 1 июня 1983 г. – М., 1983. – С. 25-26.
18. Шеховцов, В.В. Стенд для испытания трансмиссий гусеничных тракторов / В.В. Шеховцов // Совершенствование тракторных конструкций: тез. докл. всесоюз. науч.-техн. конф. (3-5 июня 1985 г., г. Москва) / НПО "НАТИ", ВДНХ СССР. – М., 1985. – С. 105.
19. Стенд с гидравлическим замыканием силового контура для испытания силовых передач колёсных и гусеничных машин / В.В. Шеховцов, И.В. Ходес, Вл.П. Шевчук, Н.С. Соколов-Добрев, К.В. Шеховцов // Современные наукоёмкие технологии. – 2013. – № 2. – С. 55-59.
20. А.с. 1250877 СССР, МПК 4 G 01 M 13/02 Стенд с замкнутым силовым контуром для испытания транспортных средств / Вл.П. Шевчук, И.В. Ходес, В.В. Шеховцов, В.Я. Тетерятников; ВолгПИ. – 1986.
21. А.с. 1332173 СССР, МПК 4 G 01 M 13/02 Стенд с замкнутым контуром для испытания трансмиссий транспортных средств / И.В. Ходес, В.В. Шеховцов; ВолгПИ. – 1987.
22. А.с. 1422048 СССР, МПК 4 G 01 M 13/02 Стенд с замкнутым силовым контуром для испытания агрегатов трансмиссий транспортных средств / И.В. Ходес, В.В. Шеховцов; ВолгПИ. – 1988.
23. А.с. 1422050 СССР, МПК 4 G 01 M 13/02 Стенд для испытания ведущих мостов транспортных средств / И.В. Ходес, В.В. Шеховцов, А.А. Скопп; ВолгПИ. – 1988.
24. А.с. 1422049 СССР, МПК 4 G 01 M 13/02. Стенд для испытания моторно-трансмиссионной установки транспортного средства / И.В. Ходес, В.В. Шеховцов, А.А. Скопп; ВолгПИ. – 1988.
25. Пат. 2102715 РФ, МПК 6 G 01 M 13/02, 17/00. Стенд для испытания моторно-трансмиссионной установки транспортного средства / В.В. Шеховцов; ВолгГТУ. – 1998.
26. П. м. 107727 РФ, МПК В 60 К 17/10. Устройство для снижения жёсткости трансмиссии транспортного средства / В.В. Шеховцов, М.В. Ляшенко, Вл.П. Шевчук, Н.С. Соколов-Добрев, А.В. Калмыков, И.А. Иванов; ВолгГТУ. – 2011.
27. П. м. 117005 РФ, МПК G 01 M 13/02. Стенд с замкнутым силовым контуром для испытания трансмиссий транспортных средств / В.В. Шеховцов, И.В. Ходес, Вл.П. Шевчук, Н.С. Соколов-Добрев, А.В. Калмыков, К.В. Шеховцов; ВолгГТУ. – 2012.
28. П. м. 116411 РФ, МПК В 60 К 17/02. Устройство для управления жёсткостью трансмиссии транспортного средства / В.В. Шеховцов, М.В. Ляшенко, Вл.П. Шевчук, Н.С. Соколов-Добрев, А.В. Калмыков, А.О. Пивоваров; ВолгГТУ. – 2012.
29. Мерляк, В.К. Модернизированный нагрузочатель для испытательных стендов / В.К. Мерляк // XXV Региональная конференция молодых ученых и исследователей Волгоградской области (г. Волгоград, 24–27 нояб. 2020 г.): сб. материалов конф. / редкол.: С. В. Кузьмин (отв. ред.) [и др.]; ВолгГТУ. – Волгоград, 2021. – С. 40-41.
30. Нагружающие устройства испытательных стендов / З.А. Годжаев, В.В. Шеховцов, М.В. Ляшенко, В.К. Мерляк, Н.В. Филиппов // Автомобильная промышленность. – 2021. – № 8. – С. 33-40.
31. Снижение динамической нагруженности трансмиссии тягово-транспортного средства за счет элемента с управляемыми упруго-диссипативными свойствами / З.А. Годжаев, В.В. Шеховцов, М.В. Ляшенко, А.И. Искалиев, Шиян Я.Э. Энрикес // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2021. – № 5 (349). – С. 157-164. – DOI: 10.33979/2073-7408-2021-349-5-157-164.
32. Мерляк, В.К. Требования к нагрузочателям стендов для испытания трансмиссий / В.К. Мерляк // XXV Региональная конференция молодых ученых и исследователей Волгоградской области (г. Волгоград, 24–27 нояб. 2020 г.): сб. материалов конф. / редкол.: С. В. Кузьмин (отв. ред.) [и др.]; ВолгГТУ. – Волгоград, 2021. – С. 41-42.
33. П. м. 201977 Российская Федерация, МПК F16D3/52 [и др.] Упругая муфта / Шиян Я.Э. Энрикес, В.В. Шеховцов, Н.С. Соколов-Добрев, А.И. Искалиев; ФГБОУ ВО ВолгГТУ. – 2021.

Годжаев Захид Адыгезалович
доктор технических наук, профессор,
член-корреспондент РАН,
заместитель директора ФГБНУ
ФНАЦ ВИМ,
109428, РФ, г. Москва, 1-й
Институтский проезд, дом 5,
тел.(499) 171-43-49,
fic51@mail.ru

Шеховцов Виктор Викторович
доктор технических наук,
профессор, профессор кафедры
«Техническая эксплуатация и
ремонт автомобилей»
Волгоградского
государственного технического
университета,
400005, РФ, г. Волгоград, пр-т
Ленина, 28,
тел. (8442) 24-81-16,
shehovtsov@vstu.ru

Ляшенко Михаил Вольфредович
доктор технических наук,
профессор, профессор кафедры
«Техническая эксплуатация и
ремонт автомобилей»
Волгоградского государственного
технического университета,
400005, РФ, г. Волгоград, пр-т
Ленина, 28,
тел. (8442) 24-81-62,
tslmv@vstu.ru

Мерляк Вячеслав Константинович
аспирант кафедры «Техническая
эксплуатация и ремонт автомобилей»
Волгоградского государственного
технического университета,

Потапов Павел Викторович
доцент кафедры «Техническая
эксплуатация и ремонт
автомобилей» Волгоградского
государственного технического
университета,

400005, РФ, г. Волгоград, пр-т
Ленина, 28,
тел. (8442) 24-81-62,
slava.merlyak@yandex.ru

400005, РФ, г. Волгоград, пр-т
Ленина, 28,
тел. (8442) 24-81-62,
pvicpotapov@gmail.com

Z.A. GODZHAEV, V.V. SHEKHOVTSOV, M.V. LIASHENKO,
V.K. MERLYAK, P.V. POTAPOV

REPRODUCTION OF OPERATIONAL LOADS ON THE STAND FOR DRIVETRAINS TESTING

Abstract. *This paper describes the scheme and functionality of the test stand with hydraulic closing of a power circuit. This stand includes the hydraulic loader with the rotating spool as the loading device providing reproduction of operational loads on the tested drivetrain. Test stands providing realization of operational dynamical loading regimes with reproduction of the amplitudes range and frequencies specter of acting loads are used for drivetrains testing in automotive industry. Authors proposes the scheme of the loading device for the stand with the power circuit closing by hydrostatic transmissions for tractors drivetrains testing. The stand structure includes two hydrolocked circuits pump-motor-tested drivetrain. Thus, it is possible to apply different loads to both drivetrain sides. Constant load in the hydrolocked circuit is created by means of setting pumps flow slightly higher than motors flow during load system tuning. At this time twist value of circuit shafts, thus load value on the tested drivetrain is defined by difference rate of flow settings which determine a pressure value in pressure pipelines of the hydrolocked circuit. Variable load regime of the tested drivetrain is formed by the hydraulic loading devices with the rotating spool. These devices are equipped with a set of combined discs which have through holes. These holes provide connecting of pressure pipelines with drain according to a certain law during rotation of the spool. At this loading on elements of the tested drivetrain changes in accordance with the predetermined operational loading regime. Number and diameters of through holes in combined discs are defined in accordance with necessary realization of one or several polyharmonics components of a real loading process. Amplitudes of every component are defined by diameters of through holes in combined discs of the rotary spool and rotational speed of its DC electric drive. Frequencies of variations are defined by number of through holes in the disc, relative angular locations and also rotational speed of spool DC electric drive. In accordance with the performed analysis of amplitude and frequency structure of operational dynamical loadings in drivetrain increasing and decreasing of pressure in pressure lines is performed. This provides possibility of reproduction of operational loadings with changes frequency up to 50 kHz on the tested drivetrain.*

Keywords: *test stand, hydrolocked power circuit, loading device with rotary spool, test drivetrain, load regime.*

BIBLIOGRAPHY

1. Godzhayev. Z.A. Sovremennyye konstruktorsko-tekhnologicheskiye metody sozdaniya i ispytaniy mobilnykh transportnykh sredstv / Z.A. Godzhayev. V.V. Shekhovtsov // Izvestiya VolgGTU. Seriya "Nazemnyye transportnyye sistemy". Vyp. 4: mezhvuz. sb. nauch. st. / VolgGTU. – Volgograd, 2011. – № 12. – С. 5-8.
2. Pobedin A.V., Tesker E.I., Shevchuk V.P., Kotovskov A.V., Shekhovtsov V.V., Lyashenko M.V., Khodes I.V. Razrabotka konstruksiy, eksperimentalnyye i raschetnyye issledovaniya tyagovo-transportnykh sredstv // Nauka – proizvodstvu № 1. 2000. – S. 44 – 48.
3. K razrabotke metodiki uskorennykh stendovykh ispytaniy transmissiy selskokhozyaystvennykh traktorov / I.V. Khodes, E.I. Tesker, V.V. Shekhovtsov, V.I.P. Shevchuk, A.O. Kulikov // Osnovnyye napravleniya ekonomii i ratsionalnogo ispolzovaniya metalla v avtotraktorostroyenii: tez. dokl. vsesoyuz. nauch.-tekhn. konf. (18-19 okt.) / Chelyabinsk. filial NATI [i dr.]. – Chelyabinsk, 1984. – С. 182-184.
4. Shekhovtsov V.V. Analiz i sintez dinamicheskikh kharakteristik avtotraktornykh silovykh peredach i sredstv dlya ikh ispytaniya. Monografiya. – Volgograd, izd-vo RPK «Politekhnik», 2004. – 224 s.
5. Sovershenstvovaniye avtotraktornykh silovykh peredach na osnove analiza i sinteza ikh dinamicheskikh kharakteristik na etape proyektirovaniya: avtoferat dis.... doktora tekhnicheskikh nauk: 05.05.03 / Volgogr. gos. tekhn. un-t. – Volgograd, 2004. – 47 s.
6. Khodes. I.V. Stendovoye oborudovaniye dlya ispytaniya transmissiy traktorov / I.V. Khodes, V.V. Shekhovtsov, V.I.P. Shevchuk // Traktory i selskokhozyaystvennyye mashiny. – 1988. – № 7. – С. 10 – 13.
7. Stendovoye oborudovaniye dlya ispytaniy silovykh peredach traktorov / V.V. Shekhovtsov, I.V. Khodes, V.I.P. Shevchuk, N.S. Sokolov-Dobrev, K.V. Shekhovtsov, E.V. Klementyev // Sovremennyye naukoymkiye tekhnologii. – 2013. – № 1. – С. 36-40.
8. Khodes. I.V. Puti priblizheniya usloviy nagruzheniya transmissiy na stende k usloviyam eye raboty na traktore / I.V. Khodes. V.V. Shekhovtsov. V.I.P. Shevchuk // Povysheniye nadezhnosti i snizheniye metalloyemkosti zubchatykh peredach i reduktorov obshchemashinostroitelnogo primeneniya: tez. dok. respubl. nauch.-tekhn. konf. 29-30 sent. – 1 okt. 1983 g. – Kharkov, 1983. – С. 175-176.

9. Khodes. I.V. Razrabotka stendovogo oborudovaniya i nekotoryye rezultaty ispytaniy traktornykh transmissiy v rezhime peremennykh nagruzok / I.V. Khodes, V.V. Shekhovtsov, VI.P. Shevchuk // Nesushchaya sposob-nost i kachestvo zubchatykh peredach i reduktorov mashin: tez. dokl. vsesoyuz. nauch.-tekhn. konf. (g. Alma-Ata, sent. 1985 g.) / Nauch.-tekhn. obshchestvo mashinostroit. prom-sti [i dr.]. – M., 1985. – Ch. II. – С. 50-51.
10. Shekhovtsov. V.V. Upravleniye dinamicheskimi svoystvami silovykh peredach stendov / V.V. Shekhovtsov // Traktory i selskokhozyaystvennyye mashiny. – 1997. – № 11. – С. 32 – 35.
11. Shekhovtsov V.V., Shevchuk V.P., Zlenko S.V. i dr. Rasprostraneniye krutilnykh kolebaniy v valopro-vode silovoy peredachi traktora VT-100 // Traktory i selskokhozyaystvennyye mashiny № 8, 2002. – S. 10 – 12.
12. Shekhovtsov. V.V. Nekotoryye rezultaty analiza ostsillogramm protsessov nagruzheniya peremennym rezhimom transmissii traktora DT-75S na stende / V.V. Shekhovtsov, A.M. Ternovoy // Novyye materialy. konst-ruksii i tekhnologicheskkiye protsessy: tez. dokl. – Volgograd, 1983. – С. 66-67.
13. Stend dlya dinamicheskikh ispytaniy transmissiy perspektivnykh traktorov VgTZ v zamknutom silovom konture / I.V. Khodes, V.V. Shekhovtsov, VI.P. Shevchuk i dr. // Povysheniye tekhnicheskogo urovnya zubchatykh peredach energonasyshchennykh traktorov: tez. dokl. obl. nauch.-tekhn. soveshch., 14-16 marta 1982 g. – Kharkov, 1982. – С. 151-152.
14. Stend dlya uskorennykh ispytaniy v rezhime peremennykh nagruzok / I.V. Khodes, V.V. Shekhovtsov, V.N. Oreshkin, VI.P. Shevchuk i dr. // Obespecheniye nadezhnosti traktornoy tekhniki v svete zadach, postavlennykh XXVI syezdom KPSS: tez. dokl. vsesoyuz. nauch.-tekhn. konf., 12-15 okt. – Chelyabinsk, 1982. – С. 26-30.
15. Shekhovtsov. V.V. Stend dlya dinamicheskikh ispytaniy gidromekhanicheskikh transmissiy perspektivnykh traktorov VGTZ / V.V. Shekhovtsov, A.P. Tsapalov // Novyye materialy. konstruksii i tekhnologicheskkiye protsessy: tez. dokl. – Volgograd, 1983. – С. 65-66.
16. Stend dlya ispytaniya transmissiy / I.V. Khodes, V.V. Shekhovtsov, VI.P. Shevchuk, V.V. Gubin // Mashinostroyeniye – progressivnuyu tekhnologiyu i vysokoye kachestvo detaley: tez. dokl. na obl. nauch.-prakt. konf. – Toliatti, 1983. – С. 109-110.
17. Shekhovtsov. V.V. Stend dlya uskorennykh ispytaniy transmissiy traktorov VgTZ / V.V. Shekhovtsov // Issledovaniya i sovershenstvovaniye traktornykh konstruksiy: tez. dokl. vsesoyuz. nauch.-tekhn. konf., 30 maya – 1 iyunya 1983 g. – M., 1983. – С. 25-26.
18. Shekhovtsov. V.V. Stend dlya ispytaniya transmissiy gusenichnykh traktorov / V.V. Shekhovtsov // Sovershenstvovaniye traktornykh konstruksiy: tez. dokl. vsesoyuz. nauch.-tekhn. konf. (3-5 iyunya 1985 g., g. Moskva) / NPO "NATI", VDNKh SSSR. – M., 1985. – С. 105.
19. Stend s gidravlicheskim zamykaniyem silovogo kontura dlya ispytaniya silovykh peredach kolesnykh i gusenichnykh mashin / V.V. Shekhovtsov, I.V. Khodes, VI.P. Shevchuk, N.S. Sokolov-Dobrev, K.V. Shekhovtsov // Sovremennyye naukoymkiye tekhnologii. – 2013. – № 2. – С. 55-59.
20. A.s. 1250877 SSSR, MPK 4 G 01 M 13/02. Stend s zamknutym silovym konturom dlya ispytaniya transportnykh sredstv / VI.P. Shevchuk, I.V. Khodes, V.V. Shekhovtsov, V.Ya. Teteryatnikov; VolgPI. – 1986.
21. A.s. 1332173 SSSR, MPK 4 G 01 M 13/02 Stend s zamknutym konturom dlya ispytaniya transmissiy transportnykh sredstv / I.V. Khodes, V.V. Shekhovtsov; VolgPI. – 1987.
22. A.s. 1422048 SSSR, MPK 4 G 01 M 13/02. Stend s zamknutym silovym konturom dlya ispytaniya ag-regatov transmissiy transportnykh sredstv / I.V. Khodes, V.V. Shekhovtsov; VolgPI. – 1988.
23. A.s. 1422050 SSSR, MPK 4 G 01 M 13/02. Stend dlya ispytaniya vedushchikh mostov transportnykh sredstv / I.V. Khodes, V.V. Shekhovtsov, A.A. Skopp; VolgPI. – 1988.
24. A.s. 1422049 SSSR, MPK 4 G 01 M 13/02. Stend dlya ispytaniya motorno-transmissionnoy ustanovki transportnogo sredstva / I.V. Khodes, V.V. Shekhovtsov, A.A. Skopp; VolgPI. – 1988.
25. Pat. 2102715 RF, MPK 6 G 01 M 13/02, 17/00. Stend dlya ispytaniya motorno-transmissionnoy ustanovki transportnogo sredstva / V.V. Shekhovtsov; VolgGTU. – 1998.
26. P. m. 107727 RF, MPK V 60 K 17/10. Ustroystvo dlya snizheniya zhestkosti transmissii transportnogo sredstva / V.V. Shekhovtsov, M.V. Lyashenko, VI.P. Shevchuk, N.S. Sokolov-Dobrev, A.V. Kalmykov, I.A. Ivanov; VolgGTU. – 2011.
27. P. m. 117005 RF, MPK G 01 M 13/02. Stend s zamknutym silovym konturom dlya ispytaniya transmissiy transportnykh sredstv / V.V. Shekhovtsov, I.V. Khodes, VI.P. Shevchuk, N.S. Sokolov-Dobrev, A.V. Kalmykov, K.V. Shekhovtsov; VolgGTU. – 2012.
28. P. m. 116411 RF, MPK B 60 K 17/02. Ustroystvo dlya upravleniya zhestkostyu transmissii transportnogo sredstva / V.V. Shekhovtsov, M.V. Lyashenko, VI.P. Shevchuk, N.S. Sokolov-Dobrev, A.V. Kalmykov, A.O. Pivovarov; VolgGTU. – 2012.
29. Merlyak. V.K. Modernizirovanny nagruzhatel dlya ispytatelnykh stendov / V.K. Merlyak // XXV Regionalnaya konferentsiya molodykh uchenykh i issledovateley Volgogradskoy oblasti (g. Volgograd, 24–27 noyab. 2020 g.): sb. materialov konf. / redkol.: S. V. Kuzmin (otv. red.) [i dr.]; VolgGTU. – Volgograd. 2021. – С. 40-41.
30. Nagruzhayushchiye ustroystva ispytatelnykh stendov / Z.A. Godzhayev, V.V. Shekhovtsov, M.V. Lyashenko, V.K. Merlyak, N.V. Filippov // Avtomobilnaya promyshlennost. – 2021. – № 8. – С. 33-40.
31. Snizheniye dinamicheskoy nagruzhennosti transmissii tyagovo-transportnogo sredstva za schet elementa s upravlyayemyimi uprugo-dissipativnymi svoystvami / Z.A. Godzhayev, V.V. Shekhovtsov, M.V. Lyashenko, A.I. Iskaliyev, Shiyan Ya.E. Enrikes // Fundamentalnyye i prikladnyye problemy tekhniki i tekhnologii. – 2021. – № 5 (349). – С. 157-164. – DOI: 10.33979/2073-7408-2021-349-5-157-164.

32. Merlyak. V.K. Trebovaniya k nagruzhatelyam stendov dlya ispytaniya transmissiy / V.K. Merlyak // XXV Regionalnaya konferentsiya molodykh uchenykh i issledovateley Volgogradskoy oblasti (g. Volgograd. 24–27 noyab. 2020 g.): sb. materialov konf. / redkol.: S. V. Kuzmin (otv. red.) [i dr.]; VolgGTU. – Volgograd. 2021. – С. 41-42.

33. P. m. 201977 Rossiyskaya Federatsiya. MPK F16D3/52 [i dr.] Uprugaya mufta / Shiyan Ya.E. Enrikes, V.V. Shekhovtsov, N.S. Sokolov-Dobrev, A.I. Iskaliyev; FGBOU VO VolgGTU. – 2021.

Godzhaev Zahid Adygezalovich

Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Deputy Director of the FGBNU FNAC VIM, 109428, Russian Federation, Moscow, 1st Institutskiy proezd, house 5, tel. (499) 171-43-49, fic51@mail.ru

Shekhovtsov Viktor Viktorovich

doctor in technical science, professor, professor of «Technical operation and repair of cars» department, Volgograd state technical university, 400005, RF, Volgograd, Lenin ave. 28, tel. (8442) 24-81-62, shehovtsov@vstu.ru

Liashenko Mikhail Volfredovich

doctor in technical science, professor, professor of «Technical operation and repair of cars» department, Volgograd state technical university, 400005, RF, Volgograd, Lenin ave. 28, tel. (8442) 24-81-62, tslmv@vstu.ru

Merliak Viacheslav Konstantinovich

postgraduate student at «Technical operation and repair of cars» department, Volgograd state technical university, 400005, RF, Volgograd, Lenin ave. 28, tel. (8442) 24-81-62, slava.merlyak@yandex.ru

Potapov Pavel Viktorovich

candidate of technical science, docent at «Technical operation and repair of cars» department, Volgograd state technical university, 400005, RF, Volgograd, Lenin ave. 28, tel. (8442) 24-81-62, pvcipotapov@gmail.com

© Годжаев З.А., Шеховцов В.В., Ляшенко М.В., Мерляк В.К., Потапов П.В., 2022

УДК 621.9.06

DOI: 10.33979/2073-7408-2022-354-4-58-64

А.В. НЕМЕНКО, М.М. НИКИТИН

ДАЛЬНИЙ ПРОГНОЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ

Аннотация. Предложена методика оценки времени безотказной работы производственной системы как детерминированной величины, учитывающей предысторию изменений значений контрольного параметра, выход которого из допустимого диапазона интерпретируется как отказ системы. Предложенная методика осуществляет дальний прогноз последовательности (временного ряда) измеренных значений, используя свойства рассмотренного авторами комплекснозначного преобразования времени. При этом используются значения последовательности, разделенные неравными интервалами времени, которые рассчитываются в зависимости от количества используемых точек. Даны ограничения класса функций, описывающих изменение контрольного параметра во времени, для которых такой подход является применимым. Результатом прогноза является случайная величина, вероятностные характеристики которой (в частности, функция распределения) определяются вероятностными характеристиками погрешностей измерения контрольного параметра.

Ключевые слова: дальний прогноз, асимптотика, контрольный параметр, время безотказной работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ушаков И.А. Курс теории надежности систем/И.А. Ушаков//М.: Дрофа, 2008 – 242 с.
2. Xie M., Dai Y. S., Poh K. L. Computing system reliability: models and analysis. – Springer Science & Business Media, 2004. – 306p.
3. Hauschild M.Z., Rosenbaum R.K., Olsen S.I. Life Cycle Assessment Theory and Practice – Springer Verlag, 2017. – 1215 p.
4. Jin T. Reliability Engineering and Services – Wiley, 2019. – 568 p.
5. Benintendi Renato. (Ed.). Process Safety Calculations. 2nd edition. – Elsevier, 2021. – 864 p.
6. Риекстыньш Э.Я. Асимптотические разложения интегралов. В 3-х т. Том 3/Э.Я. Риекстыньш/Рига, Зинатне, 1981 – 370 с.
7. Лаврентьев М.А. Методы теории функций комплексного переменного/М.А. Лаврентьев, Б.В. Шабат – М.: Наука, 1987. – 688 с.

8. Неменко А.В. Прикладные вопросы оценки технического состояния судовых механических систем/А.В. Неменко, М.М. Никитин – М.: Инфра-М, 2017 – 174с.
9. Nemenko A.V., Nikitin M.M. Synthesis of The Reflective Surface on the Elastic Shell – IOP Conference Series: Materials Science and Engineeringthis, 2020, 971(4), 042058
10. Неменко А.В. Прогнозная оценка параметров теплового поля судовой энергетической установки/ А.В. Неменко, М.М. Никитин// Вестник СевНТУ. Сер. Механика, энергетика, экология: сб. науч. тр. – Севастополь, 2014. – вып. 148 – с. 207 – 210.

Неменко Александра Васильевна

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

Никитин Михаил Михайлович

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

A.V. NEMENKO, M.M. NIKITIN

LONG-RANGE FORECAST OF THE PRODUCTION SYSTEM PARAMETERS MAINTENANCE RELIABILITY

Abstract. *A technique for estimating the uptime of a production system as a deterministic value is proposed, taking into account the history of changes in the values of the control parameter, the exit of which from the allowable range is interpreted as a failure of the system. The proposed technique performs a long-range prediction of a sequence (time series) of measured values using the properties of the complex-valued time transformation considered by the authors. This uses sequence values separated by unequal time intervals, which are calculated depending on the number of points used. The limitations of the class of functions describing the change of the control parameter in time, for which this approach is applicable, are given. The result of the forecast is a random variable, the probabilistic characteristics of which (in particular, the distribution function) are determined by the probabilistic characteristics of the measurement errors of the control parameter.*

Keywords: *long-range forecast, asymptotic expansion, control parameter, time to failure.*

BIBLIOGRAPHY

1. Ushakov I.A. Kurs teorii nadezhnosti sistem/I.A. Ushakov//M.: Drofa, 2008 – 242 s.
2. Xie M., Dai Y. S., Poh K. L. Computing system reliability: models and analysis. – Springer Science & Business Media, 2004. – 306p.
3. Hauschild M.Z., Rosenbaum R.K., Olsen S.I. Life Cycle Assessment Theory and Practice – Springer Verlag, 2017. – 1215 p.
4. Jin T. Reliability Engineering and Services – Wiley, 2019. – 568 p.
5. Benintendi Renato. (Ed.). Process Safety Calculations. 2nd edition. – Elsevier, 2021. – 864 p.
6. Riekstynsh Je.Ja. Asimptoticheskie razlozhenija integralov. V 3-h t. Tom 3/Je.Ja. Riekstynsh//Riga, Zinatne, 1981 – 370 s.
7. Lavrentev M.A. Metody teorii funkcij kompleksnogo peremennogo/M.A. Lavrentev, B.V. Shabat – M.: Nauka, 1987. – 688 s.
8. Nemenko A.V. Prikladnye voprosy ocenki tehniceskogo sostojanija sudovyh mehanicheskikh sistem/A.V. Nemenko, M.M. Nikitin – M.: Infra-M, 2017 – 174s.
9. Nemenko A.V., Nikitin M.M. Synthesis of The Reflective Surface on the Elastic Shell – IOP Conference Series: Materials Science and Engineeringthis, 2020, 971(4), 042058
10. Nemenko A.V. Prognoznaja ocenka parametrov teplovogo polja sudovoj jenergeticheskoy ustanovki/ A.V. Nemenko, M.M. Nikitin// Vestnik SevNTU. Ser. Mehanika, jenergetika, jekologija: sb. nauch. tr. – Sevastopol, 2014. – вып. 148 – с. 207 – 210.

Nemenko Alexandra Vasilyevna

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

Nikitin Mikhail Mikhailovich

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

А.В. ДОЛОГЛОНЯН, В.Т. МАТВЕЕНКО, А.Г. КЛИМЕНКО

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГИБРИДНЫХ СОЛНЕЧНЫХ МИКРОГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК

Аннотация. Предметом рассмотрения в статье являются исследование влияния климатических условий на эффективность микрогазотурбинных установок с интегрированным фокусирующим (параболоцилиндрическим) солнечным коллектором (ФСК) на базе микрогазотурбинных двигателей (МГТД) различной конфигурации. Исследованы гибридные солнечные микрогазотурбинные установки на базе МГТД простого цикла (ПЦ), ПЦ с регенерацией теплоты (Р), ПЦ с турбокомпрессорным утилизатором (ТКУ) и ПЦ с ТКУ и Р для умеренного и тропического климата. Определено, что наиболее подходящими конфигурациями МГТД для интегрирования ФСК являются комбинация простого цикла с турбокомпрессорным утилизатором для больших размеров ФСК (более 1700 м² на единицу расхода циклового воздуха) и ПЦ с ТКУ и Р для малых размеров ФСК. Установлено, что гибридные установки, использующие МГТД ПЦ с ТКУ, в условиях умеренного климата на максимальных площадях ФСК оказываются более эффективными, чем аналогичные в условиях тропического климата за счет более экономичной работы ГТД, но при одинаковых площадях ФСК гибридные установки в условиях тропического климата имеют преимущество за счет более высокого КПД солнечного коллектора.

Ключевые слова: климат, микрогазотурбинная установка, микротурбина, регенерация теплоты, фокусирующий солнечный коллектор, турбокомпрессорный утилизатор, возобновляемый источник энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дологлонян А.В. Термодинамические характеристики сложных циклов микрогазотурбинных двигателей с интегрированным фокусирующим солнечным коллектором / А.В. Дологлонян, В.Т. Матвеевко, И.Н. Стаценко // Известия РАН. Энергетика. 2021. № 2. С. 1-23.
2. Дологлонян А.В. Термодинамические характеристики гибридных солнечных микрогазотурбинных установок в условиях тропического климата / А.В. Дологлонян, Д.С. Стребков, В.Т. Матвеевко, И.Н. Стаценко // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2021. – Т. 68. – № 2(43). – С. 20-35.
3. Дологлонян А.В. Термодинамические характеристики комбинированных циклов микрогазотурбинных двигателей для распределенной энергетики / А.В. Дологлонян, В.Т. Матвеевко // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – Орел: ОГУ им. И.С. Тургенева, 2020. – № 4 (342). – С. 130-143.
4. Duffie J.A., Beckman W.A. Solar Engineering of Thermal Processes. — New Jersey, 2013.
5. Справочник по климату СССР, вып. 10 / под ред. Е.И. Ильиных. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 125 с.
6. [Электронный ресурс]. – 2021. – URL: https://www.researchgate.net/publication/289523095_Thermoeconomic_Optimization_of_Hybrid_Combined_Power_Cycles_Using_Heliostat_Field_Collector (дата обращения 12.03.2021).
7. A Novel Concept for Reducing Water Usage and Increasing Efficiency in Power Generation. Final Report U.S. Department of Energy. National Energy Technology Laboratory. Pittsburgh, PA. March 2004 DOE Award No.: DE-FG26-02NT41544.
8. Quero, M., Korzynietz, R., Ebert, M., Jiménez, a. a., del Río, a., and Brioso, J. a., 2014, “Solugas – Operation Experience of the First Solar Hybrid Gas Turbine System at MW Scale,” Energy Procedia, 49, pp. 1820–1830.
9. EU Commission, 2005, SOLGATE: Solar Hybrid Gas Turbine Electric Power System, EU Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Luxembourg.

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

Матвеевко Валерий Тимофеевич
ФГБНУ Институт природно-технических систем
Российской Федерации, г. Севастополь
Доктор технических наук, главный научный
сотрудник
E-mail: mvt3900@mail.ru

Клименко Александр Георгиевич
ФГБНУ Институт природно-технических систем
Российской Федерации, г. Севастополь
Ведущий инженер-исследователь
E-mail: kag195877@gmail.com

A.V. DOLOGLONYAN, V.T. MATVIENKO, A.G. KLIMENKO

STUDY OF THE INFLUENCE OF CLIMATE ON THE EFFICIENCY

OF HYBRID SOLAR MICRO GAS TURBINE PLANT

Abstract. *The subject of this article is the study of the influence of climatic conditions on the efficiency of micro-gas turbine plants with an integrated focusing (parabolic trough) solar collector (FSC) based on micro-gas turbine engines (MGTE) of various configurations. Hybrid solar micro-gas turbine plants based on a simple cycle MGTE (PC), PC with regeneration (R), PC with a turbocharger utilizer (TCU) and PC with TCU and R for temperate and tropical climates have been investigated. It has been determined that the most suitable configurations of MGTE for FSC integration are a combination of a simple cycle with a turbocharger utilizer for large FSC sizes (more than 1700 m² per unit of cycle air flow rate) and a PC with TCU and R for small FSC sizes. It has been established that hybrid plants using MGTE PC with TCU, in a temperate climate at the maximum areas of FSC are more efficient than similar ones in a tropical climate due to more economical operation of a gas turbine engine, but with the same FSC areas, hybrid installations in a tropical climate have an advantage due to the higher efficiency of the solar collector.*

Keywords: *climate, micro gas turbine plant, microturbine, heat recovery, focusing solar collector, turbocharger utilizer, renewable energy source.*

BIBLIOGRAPHY

1. Dologlonyan A.V. Termodinamicheskie karakteristiki slozhnykh ciklov mikro-gazoturbinykh dvigatelej s integrirovannym fokusiruyushchim solnechnym kollektorom / A.V. Dologlonyan, V.T. Matveenko, I.N. Stacenko // Izvestiya RAN. Energetika. 2021. № 2. S. 1-23.
2. Dologlonyan A.V. Termodinamicheskie karakteristiki gibridnykh solnechnykh mikro-gazoturbinykh ustanovok v usloviyakh tropicheskogo klimata / A.V. Dologlonyan, D.S. Strebkov, V.T. Matveenko, I.N. Stacenko // Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK. – 2021. – T. 68. – № 2(43). – S. 20-35.
3. Dologlonyan A.V. Termodinamicheskie karakteristiki kombinirovannykh ciklov mikro-gazoturbinykh dvigatelej dlya raspredelennoy energetiki / A.V. Dologlonyan, V.T. Matveenko // Fundamentalnye i prikladnye problemy tekhniki i tekhnologii. – Orel: OGU im. I.S. Turgeneva, 2020. – № 4 (342). – S. 130-143.
4. Duffie J.A., Beckman W.A. Solar Engineering of Thermal Processes. — New Jersey, 2013.
5. Spravochnik po klimatu SSSR, vyp. 10 / pod red. E.I. Ilyinh. – L.: Gidrometeoizdat, 1966. – 125 s.
6. [Elektronnyj resurs]. – 2021. – URL: https://www.researchgate.net/publication/289523095_Thermoeconomic_Optimization_of_Hybrid_Combined_Power_Cycles_Using_Heliostat_Field_Collector (data obrashcheniya 12.03.2021).
7. A Novel Concept for Reducing Water Usage and Increasing Efficiency in Power Generation. Final Report U.S. Department of Energy. National Energy Technology Laboratory. Pittsburgh, PA. March 2004 DOE Award No.: DE-FG26-02NT41544.
8. Quero, M., Korzynietz, R., Ebert, M., Jiménez, a. a., del Río, a., and Brioso, J. a., 2014, “Solugas – Operation Experience of the First Solar Hybrid Gas Turbine System at MW Scale,” Energy Procedia, 49, pp. 1820–1830.
9. EU Commission, 2005, SOLGATE: Solar Hybrid Gas Turbine Electric Power System, EU Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Luxembourg.

Dologlonyan Andrey Vartazarovich

FSBSI Institute of nature and technical systems of Russian Federation, Sevastopol
Candidate of Technical Sciences, head of laboratory
E-mail: dologlonyan@hotmail.com

Matviienko Valerii Timofeevich

FSBSI Institute of nature-technical systems of Russian Federation, Sevastopol
Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher
E-mail: mvt3900@mail.ru

Klimenko Alexandr Georgievich

FSBSI Institute of nature and technical systems of Russian Federation, Sevastopol, Lead Research Engineer
E-mail: kag195877@gmail.com

© Дологлонян А.В., Матвеевко В.Т., Клименко А.Г., 2022

УДК 621.438+621.444

DOI: 10.33979/2073-7408-2022-354-4-73-82

А.В. ДОЛОГЛОНЯН, В.Т. МАТВЕЕНКО, А.Г. КЛИМЕНКО

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИБРИДНЫХ СОЛНЕЧНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ МИКРОГАЗОТУРБИНЫХ УСТАНОВОК В УСЛОВИЯХ ТРОПИЧЕСКОГО КЛИМАТА

Аннотация. Предметом рассмотрения в статье являются варианты комбинации солнечных гибридных микрогазотурбинных установок с установками органического цикла Ренкина (ОЦР) с различными рабочими телами. Исследованы гибридные солнечные микрогазотурбинные установки на базе микрогазотурбинных двигателей (МГТД) простого цикла (ПЦ), ПЦ с регенерацией теплоты (Р), ПЦ с турбокомпрессорным утилизатором (ТКУ) и ПЦ с ТКУ и Р в комбинации с установками ОЦР, работающими на воде, аммиаке, R123 и R1233zd для условий тропического климата. Определено, что наиболее подходящей конфигурацией МГТД для интегрирования фокусирующего солнечного коллектора (ФСК) является комбинация ПЦ с ТКУ и Р. Установлено, что комбинация МГТД ПЦ с ТКУ и Р с интегрированным ФСК в комбинации с ОЦР, работающей на R123, позволяет увеличить среднегодовой эффективный КПД таких установок до 45...55 % в зависимости от размеров ФСК, при этом сохранить когенерационные возможности за счет гибкого управления генерацией теплоты на номинальном режиме.

Ключевые слова: микрогазотурбинная установка, микротурбина, регенерация теплоты, фокусирующий солнечный коллектор, турбокомпрессорный утилизатор, органический цикл Ренкина, хладагент.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дологлонян А.В. Термодинамические характеристики сложных циклов микрогазотурбинных двигателей с интегрированным фокусирующим солнечным коллектором / А.В. Дологлонян, В.Т. Матвеевко, И.Н. Стаценко // Известия РАН. Энергетика. 2021. № 2. С. 1-23.
2. Дологлонян А.В. Термодинамические характеристики комбинированных циклов микрогазотурбинных двигателей для распределенной энергетики / А.В. Дологлонян, В.Т. Матвеевко // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – Орел: ОГУ им. И.С. Тургенева, 2020. – № 4 (342). – С. 130-143.
3. Матвеевко В.Т. Глубокая утилизация теплоты в газотурбинных двигателях с турбиной перерасширения / В.Т. Матвеевко // Промышленная теплотехника. – 1997. – Т. 19. – № 4-5. – С. 81-85.
4. Дологлонян А.В. Оптимизация степени регенерации для циклов микрогазотурбинных установок / А.В. Дологлонян, В.Т. Матвеевко // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – Орел: ОГУ им. И.С. Тургенева, 2020. – № 3 (341). – С. 59-66.
5. Dudley, V E, Kolb, G J, Mahoney, A R, Mancini, T R, Matthews, C W, Sloan, M, and Kearney, D. Test results: SEGS LS-2 solar collector. United States: N. p., 1994. Web. doi:10.2172/70756.
6. Forristall, R. Heat Transfer Analysis and Modeling of a Parabolic Trough Solar Receiver Implemented in Engineering Equation Solver. United States: N. p., 2003. Web. doi:10.2172/15004820.
7. [Электронный ресурс]. – 2021. – URL: https://www.researchgate.net/publication/289523095_Thermoeconomic_Optimization_of_Hybrid_Combined_Power_Cycles_Using_Heliostat_Field_Collector (дата обращения 12.03.2021).
8. Дологлонян А.В. Выбор рабочего тела и оптимизация параметров органического цикла Ренкина / А.В. Дологлонян, В.Т. Матвеевко // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – Орел: ОГУ им. И.С. Тургенева, 2019. – № 5 (337). – С. 139-151.
9. [Электронный ресурс]. – 2019. – URL: http://neochemical.ru/File/DOWTHERM_A_TDS_Russian.pdf (дата обращения 31.05.19).
10. [Электронный ресурс]. – 2019. – URL: <https://webbook.nist.gov/chemistry/fluid/> (дата обращения 31.05.19).
11. Matviienko V. Working Process Control in a Ship Gas Turbine Engine of Complex Cycle / V/ Matviienko, V. Ocheretianyi // Prococoling of ASME Turbo Expo 2016: June 13-17, 2016, Seoul, South Korea.

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

Матвеевко Валерий Тимофеевич
ФГБНУ Институт природно-технических систем
Российской Федерации, г. Севастополь
Доктор технических наук, главный научный
сотрудник
E-mail: mvt3900@mail.ru

Клименко Александр Георгиевич
ФГБНУ Институт природно-технических систем
Российской Федерации, г. Севастополь
Ведущий инженер-исследователь
E-mail: kag195877@gmail.com

A.V. DOLOGLONYAN, V.T. MATVIENKO, A.G. KLIMENKO

STUDY OF THE EFFICIENCY OF HYBRID SOLAR COMBINED MICROGAS TURBINE PLANTS UNDER TROPICAL CLIMATE

Abstract. The subject of consideration in the article is the options for combining solar hybrid micro-gas turbine

plants with units of the organic Rankine cycle (ORC) with various working fluids. Hybrid solar micro-gas turbine plants based on a simple cycle of micro-gas turbine engines MGTE (SC), SC with heat regeneration (R), SC with a turbocompressor utilizer (TCU) and SC with TCU and R in combination with ORC units operating on water, ammonia, R123 and R123zd have been investigated for the tropical climatic conditions. It has ^{been} determined that the most suitable MGTE configuration for integrating a focusing solar collector (FSC) is a combination of a SC with TCU and R. It has been established that the combination of a MGTE SC with TCU and R with an integrated FSC in combination with an ORC operating on R123 allows an increase in the average annual efficiency of such plants to 45...55%, depending on the size of the FSC, while maintaining cogeneration capabilities due to flexible control of heat generation at nominal mode.

Keywords: micro-gas turbine plant, microturbine, heat regeneration, concentrating solar collector, turbocompressor utilizer, organic Rankine cycle, refrigerant.

BIBLIOGRAPHY

1. Dologlonyan A.V. Termodinamicheskie karakteristiki slozhnyh ciklov mikrogazoturbinykh dvigatelej s integrirovannym fokusiruyushchim solnechnym kollektorom / A.V. Dologlonyan, V.T. Matveenko, I.N. Stacenko // Izvestiya RAN. Energetika. 2021. № 2. S. 1-23.
2. Dologlonyan A.V. Termodinamicheskie karakteristiki kombinirovannykh ciklov mikrogazoturbinykh dvigatelej dlya raspredelennoj energetiki / A.V. Dologlonyan, V.T. Matveenko // Fundamentalnye i prikladnye problemy tekhniki i tekhnologii. – Orel: OGU im. I.S. Turgeneva, 2020. – № 4 (342). – S. 130-143.
3. Matveenko V.T. Glubokaya utilizatsiya teploty v gazoturbinykh dvigatelyah s turbinoj pererasshireniya / V.T. Matveenko // Promyshlennaya teplotekhnika. – 1997. – T. 19. – № 4-5. – S. 81-85.
4. Dologlonyan A.V. Optimizatsiya stepeni regeneratsii dlya ciklov mikrogazoturbinykh ustanovok / A.V. Dologlonyan, V.T. Matveenko // Fundamentalnye i prikladnye problemy tekhniki i tekhnologii. – Orel: OGU im. I.S. Turgeneva, 2020. – № 3 (341). – S. 59-66.
5. Dudley, V E, Kolb, G J, Mahoney, A R, Mancini, T R, Matthews, C W, Sloan, M, and Kearney, D. Test results: SEGS LS-2 solar collector. United States: N. p., 1994. Web. doi:10.2172/70756.
6. Forristall, R. Heat Transfer Analysis and Modeling of a Parabolic Trough Solar Receiver Implemented in Engineering Equation Solver. United States: N. p., 2003. Web. doi:10.2172/15004820.
7. [Elektronnyj resurs]. – 2021. – URL: https://www.researchgate.net/publication/289523095_Thermoeconomic_Optimization_of_Hybrid_Combined_Power_Cycles_Using_Heliostat_Field_Collector (data obrashcheniya 12.03.2021).
8. Dologlonyan A.V. Vybór rabochego tela i optimizatsiya parametrov organicheskogo cikla Renkina / A.V. Dologlonyan, V.T. Matveenko // Fundamentalnye i prikladnye problemy tekhniki i tekhnologii. – Orel: OGU im. I.S. Turgeneva, 2019. – № 5 (337). – S. 139-151.
9. [Elektronnyj resurs]. – 2019. – URL: http://neochemical.ru/File/DOWTHERM_A_TDS_Russian.pdf/ (data obrashcheniya 31.05.19).
10. [Elektronnyj resurs]. – 2019. – URL: <https://webbook.nist.gov/chemistry/fluid/> (data obrashcheniya 31.05.19).
11. Matviienko V. Working Process Control in a Ship Gas Turbine Engine of Complex Cycle / V/ Matviienko, V. Ocheretiani // Prococoling of ASME Turbo Expo 2016: June 13-17, 2016, Seoul, South Korea.

Dologlonyan Andrey Vartazarovich

FSBSI Institute of nature and technical systems of Russian Federation, Sevastopol
Candidate of Technical Sciences, head of laboratory
E-mail: dologlonyan@hotmail.com

Matviienko Valerii Timofeevich

FSBSI Institute of nature-technical systems of Russian Federation, Sevastopol
Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher
E-mail: mvt3900@mail.ru

Klimenko Alexandr Georgievich

FSBSI Institute of nature and technical systems of Russian Federation, Sevastopol, Lead Research Engineer
E-mail: kag195877@gmail.com

© Дологлонян А.В., Матвеев В.Т., Клименко А.Г., 2022

УДК 629.5.06

DOI: 10.33979/2073-7408-2022-354-4-83-88

Т.Л. ЧЕМАКИНА, Н.Б. ОПАНАЩУК, М.А. РЕШЕТНЕВ

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ПЕНОТУШЕНИЯ НА НЕФТЕНАЛИВНЫХ СУДАХ

Аннотация. В статье анализируются виды пожаров на судах и применяемых способов пожаротушения. Предложена методика расчета систем поверхностного пожаротушения пенами низкой и средней кратности, а также методика определения структурно-физических параметров пены.

Ключевые слова: насосы для подачи пенообразователя; пена низкократная, среднекратная, высокократная; устойчивость, дисперсность пены; дозирующие устройства для получения раствора пенообразователя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авраменко Д. В., Касаткин И. П.//Причины аварийности морских судов и повышение безопасности мореплавания. Сборник докладов 59-й международной молодежной научно-технической конференции «МОЛОДЕЖЬ-НАУКА-ИННОВАЦИИ», 23-25 ноября 2011 г. в 2 тт. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2011. – Т. 1. – С.3-5.
2. Колегаев М.А. Иванов Б.Н. Басанец Н.Г. Безопасность жизнедеятельности и выживание на море. Учебное пособие /Под ред.В.В.Пономаренко.. - Одесса, 2008. – 416 с
3. Правила пожарной безопасности в российской федерации. НПБ 01-03.Москва 2003.
4. РД 5Р.5481-80 Система пенного пожаротушения.
5. НПБ 304-2001 Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний. Москва, 2002.

Чемакина Тамара Львовна

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Океанотехника и кораблестроение»
299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33
Тел. +7(978)219-80-91
e-mail: chemakina1951@gmail.com

Опанашук Наталья Борисовна

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ассистент кафедры «Океанотехника и кораблестроение»
299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33
Тел. +7(978)219-80-91
e-mail: opanashukn@mail.ru

Решетнев Михаил Андреевич

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

студент группы ПК/с-17-1-0 кафедры «Океанотехника и кораблестроение»
299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33
Тел. +7(978)129-50-44
e-mail: toni_mishania@mail.ru

T.L. CHEMAKINA, N.B. OPANASHCHUK, M.A. RESHETNEV

APPLICATION OF THE FOAM EXTINGUISHING SYSTEM ON OIL TANKERS

Abstract. *The article analyzes the types of fires on ships and the fire extinguishing methods used. A method for calculating surface fire extinguishing systems with foams of low and medium multiplicity, as well as a method for determining the structural and physical parameters of foam, is proposed.*

Keywords: *pumps for the supply of foaming agent; low-fold, medium-fold, high-fold foam; stability, dispersion of foam; dosing devices for obtaining a foaming agent solution.*

BIBLIOGRAPHY

1. Avramenko D.V., Kasatkin I.P.//The reasons for the accident rate of sea vessels and improving the safety of navigation. Collection of reports of the 59th international youth scientific and technical conference "YOUTH-SCIENCE-INNOVATION", November 23-25, 2011 in 2 vols. - Vladivostok: Mor. state un-t, 2011. - T. 1. - P.3-5.
2. URL <https://mirmarine.net/poleznaya-informatsiya/bezopasnost-moreplavaniya/999-prichiny-i-istochniki-pozharov-na-sudakh-> November 28, 2021
3. URL <https://megaobuchalka.ru/8/42072.html> November 28, 2021
4. URL <http://seaman-sea.ru/tankera/598-pozharobezopasnost-neftenalivnyx-tankerov.html> November 30, 2021
5. Fire safety rules in the Russian Federation. PPB 01-03. Moscow 2003
6. RD 5P.5481-80 Foam fire extinguishing system.
7. NPB 304-2001 Foam agents for fire extinguishing. General technical requirements and test methods. Moscow, 2002.

Chemakina Tamara Lvovna

Federal STATE Autonomous educational institution «Sevastopol state University»

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Ocean Engineering and Shipbuilding"
299053, Sevastopol, st. University, 33
Tel. +7(978)219-80-91
e-mail: chemakina1951@gmail.com

Opanashchuk Natalya Borisovna

Federal STATE Autonomous educational institution

"Sevastopol state University» assistant, associate Professor of the Department «Ocean Engineering and Shipbuilding"
299053, the city of Sevastopol, st. University, 33
Тел. +7(978)76-70-789
e-mail: opanashukn@mail.ru

Reshetnev Mikhail Andreevich

Federal STATE Autonomous educational institution
"Sevastopol state University"
299053, the city of Sevastopol,
st. University, 33
Tel. +7 (978) 129-50-44
e-mail: chemakina1951@gmail.com

© Чемакина Т.Л., Опанащук Н.Б., Решетнев М.А., 2022

УДК 616.71-003.93

DOI: 10.33979/2073-7408-2022-354-4-89-100

А.М. ПОЛЯКОВ, В.И. ПАХАЛЮК, П.А. БУГАЕВ, О.В. МУХИНА, П.К. СОПИН

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОСТЕОИНТЕГРАЦИИ И ЗАЖИВЛЕНИЯ КОСТНОЙ ТКАНИ В ОБЛАСТИ УСТАНОВКИ ИМПЛАНТАТА

Аннотация. Эта работа посвящена исследованию математической модели процесса остеоинтеграции имплантата, построенной на основе биомеханической модели заживления костной ткани в области его установки. Такие процессы протекают в поврежденной костной ткани при установке зубных имплантатов, эндопротезов суставов, искусственных костных материалов и в других случаях. Математическая модель процесса представляет собой систему дифференциальных уравнений в частных производных типа уравнения диффузии. Ее исследование выполнено методом конечных элементов в среде Matlab при различных значениях параметров процесса.

Ключевые слова: Биомеханика костной ткани, остеогенная клетка, пролиферация, диффузия, внеклеточный матрикс, имплантат, остеоинтеграция.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьев, Ю.И. Гистология / Ю.И. Афанасьев, Н.А. Юрина, Е.Ф. Котовский. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 2002. – 744 с.
2. Farbod, K. Interactions between inorganic and organic phases in bone tissue as a source of inspiration for design of novel nanocomposites / K. Farbod, M.R. Nejadnik, J.A. Jansen, S.C.G. Leeuwenburgh // Tissue Eng. Part B Rev. – 2014. – Vol. 20. – P. 173–188.
3. Ямскова, В.П. К вопросу о механизмах, лежащих в основе процессов восстановления и репарации в тканях / В.П. Ямскова, М.С. Краснов, И.А. Ямсков // Клеточные технологии в медицине. – 2010, №1. – С. 32-35.
4. Gurtner, G. Wound repair and regeneration / G. Gurtner, S. Werner, Y. Barrandon, et al. // Nature. – 2008. – Vol. 453. – P. 314–321.
5. Adair, T.H. Angiogenesis / T.H. Adair, J.P. Montani. – San Rafael (CA): Morgan & Claypool Life Sciences. – 2010. Chapter 1, Overview of Angiogenesis. Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK53238/>
6. Bikfalvi, A. Angiogenesis. Encyclopedia of Endocrine Diseases / A. Bikfalvi. – Editor: Luciano Martini. 2nd Edition. Elsevier. – 2004. – P. 227–233.
7. Linkhart, T.A. Growth factors for bone growth and repair: IGF, TGF beta and BMP / T.A. Linkhart, S. Mohan, D.J. Baylink // Bone. – 1996. – Vol. 19, No 1 Suppl. – P. 1–12.
8. Puleo, D.A. Understanding and controlling the bone-implant interface / D.A. Puleo, A. Nanci // Biomaterials. – 1999. – Vol. 20. – P. 2311–2321.
9. Brunski, J.B. In vivo bone response to biomechanical loading at the bone/dental-implant interface / J.B. Brunski // Advances in Dental Research. – 1999. – Vol. 13. – P. 99–119.
10. Davies, J.E. Understanding peri-implant endosseous healing / J.E. Davies // Journal of Dental Education. – 2003. – Vol. 67. – P. 932–949.
11. Marco, F. Peri-implant osteogenesis in health and osteoporosis / F. Marco, F. Milena, G. Gianluca, O. Vittoria // Micron. – 2005, Vol. 36. – P. 630–644.
12. Klein-Nulend, J. Mechanical loading and how it affects bone cells: the role of the osteocyte cytoskeleton in maintaining our skeleton / J. Klein-Nulend, R.G. Bacabac, A.D. Bakker // European Cells & Materials. – 2012. – Vol. 24. – P. 278–291.
13. Bailón-Plaza, A. A mathematical framework to study the effects of growth factor influences on fracture healing / A. Bailón-Plaza, M.C. van der Meulen // Journal of Theoretical Biology. – 2001. – Vol. 212, No 2. – P. 191–209.

14. Geris, L. Mathematical modeling of fracture healing in mice: comparison between experimental data and numerical simulation results / L. Geris, A. Gerisch, C. Maes, et al. // *Medical & Biological Engineering & Computing*. – 2006. – Vol. 44, No 4. – P. 280–289.
15. Moreo, P. Bone ingrowth on the surface of endosseous implants. Part 1: Mathematical model / P. Moreo, J.M. García-Aznar, M. Doblaré // *Journal of Theoretical Biology*. – 2009. – Vol. 260, No 1. – P. 1–12.
16. Moreo, P. Bone ingrowth on the surface of endosseous implants. Part 2: Theoretical and numerical analysis / P. Moreo, J.M. García-Aznar, M. Doblaré // *Journal of Theoretical Biology*. – 2009. – Vol. 260, No 1. – P. 13–26.
17. Chow, J.W. Role of nitric oxide and prostaglandins in mechanically induced bone formation / J.W. Chow, S.W. Fox, J.M. Lean, T.J. Chambers // *Journal of Bone and Mineral Research*. – 1998. – Vol. 13. – P. 1039–1044.
18. Huijskes, R.R. Effects of mechanical forces on maintenance and adaptation of form in trabecular bone / R.R. Huijskes, R. Ruimerman R, G.H. van Lenthe, J.D. Jansen // *Nature*. – 2000. – Vol. 405. – P. 704–706.
19. Chien, S.S.J. (1998) Effects of hemodynamic forces on gene expression and signal transduction in endothelial cells / S.S.J. Chien // *Biology Bulletin*. – 1998. – Vol. 194. – P. 390–393.
20. Ingber, D. Cellular basis of mechanotransduction / D. Ingber // *Biology Bulletin*. – 1998. – Vol. 194. – P. 323–327.
21. Pavlin, D. Mechanical loading stimulates differentiation of periodontal osteoblasts in a mouse osteoinduction model: effect on type I collagen and alkaline phosphatase genes / D. Pavlin, S.B. Dove, R. Zadro, J. Gluhak-Heinrich // *Calcified Tissue International*. – 2000. – Vol. 67, No 2. P. 163–172.
22. Uto, Y. Effects of mechanical repetitive load on bone quality around implants in rat maxillae / Y. Uto, S. Kuroshima, T. Nakano, et al. // *PLOS One*. – 2017. – Vol. 12, No 12. – P. e0189893.
23. Berglundh, T. Bone reactions to longstanding functional load at implants: an experimental study in dogs / T. Berglundh, I. Abrahamsson, J. Lindhe // *Journal of Clinical Periodontology*. – 2005. – Vol. 32. – P. 925–932.

Поляков Александр Михайлович

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

Пахалюк Владимир Иванович

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

Бугаев Павел Александрович

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,
канд. техн. наук, доцент,
ул. Университетская 33, г. Севастополь, 299053
Тел. +7 978 855 61 40
E-mail: PABugayov@sevsu.ru

Мухина Оксана Викторовна

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,
канд. техн. наук, доцент,
ул. Университетская 33, г. Севастополь, 299053
Тел. +7 978 044 39 94
E-mail: ovmyhina@sevsu.ru

Сопин Павел Константинович

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,
канд. техн. наук, доцент,
ул. Университетская 33, г. Севастополь, 299053
Тел. +7 978 730 09 52
E-mail: PKSopin@sevsu.ru

A.M. POLIAKOV, V.I. PAKHALIUK, P.A. BUGAYOV, O.V. MUKHINA, P.K. SOPIN

STUDY OF THE OSSEOINTEGRATION PROCESSES AND HEALING OF BONE TISSUE IN THE AREA OF IMPLANT INSTALLATION

Abstract. *This work is devoted to the study of a mathematical model for the implant osseointegration process, built based on a bone tissue healing biomechanical model in the area of its installation. Such processes occur in damaged bone tissue during the installation of dental implants, joint endoprotheses, artificial bone materials, and in other cases. The mathematical model of the process is a system of differential equations in partial derivatives of the diffusion equation type. Its study was carried out by the finite element method in the Matlab environment for various values of the process parameters.*

Keywords: *Biomechanics of bone tissue, osteogenic cell, proliferation, diffusion, extracellular matrix, implant, osseointegration.*

BIBLIOGRAPHY

1. Afanasyev, YU.I. *Gistologiya* / YU.I. Afanasyev, N.A. Yurina, Ye.F. Kotovskiy. – 5-ye izd., pererab. i dop. – M.: Meditsina, 2002. – 744 s.
2. Farbod, K. Interactions between inorganic and organic phases in bone tissue as a source of inspiration for design of novel nanocomposites / K. Farbod, M.R. Nejadnik, J.A. Jansen, S.C.G. Leeuwenburgh // *Tissue Eng. Part B Rev.* – 2014. – Vol. 20. – P. 173–188.
3. Ямскова, В.П. К вопросу о механизмах, лежащих в основе процессов восстановления и репарации в тканях / В.П. Ямскова, М.С. Краснов, И.А. Ямсков // *Клеточные технологии в медицине.* – 2010, №1. – С. 32–35.
4. Gurtner, G. Wound repair and regeneration / G. Gurtner, S. Werner, Y. Barrandon, et al. // *Nature.* – 2008. – Vol. 453. – P. 314–321.
5. Adair, T.H. *Angiogenesis* / T.H. Adair, J.P. Montani. – San Rafael (CA): Morgan & Claypool Life Sciences. – 2010. Chapter 1, Overview of Angiogenesis. Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK53238/>
6. Bikfalvi, A. *Angiogenesis. Encyclopedia of Endocrine Diseases* / A. Bikfalvi. – Editor: Luciano Martini. 2nd Edition. Elsevier. – 2004. – P. 227–233.
7. Linkhart, T.A. Growth factors for bone growth and repair: IGF, TGF beta and BMP / T.A. Linkhart, S. Mohan, D.J. Baylink // *Bone.* – 1996. – Vol. 19, No 1 Suppl. – P. 1–12.
8. Puleo, D.A. Understanding and controlling the bone-implant interface / D.A. Puleo, A. Nanci // *Biomaterials.* – 1999. – Vol. 20. – P. 2311–2321.
9. Brunski, J.B. In vivo bone response to biomechanical loading at the bone/dental-implant interface / J.B. Brunski // *Advances in Dental Research.* – 1999. – Vol. 13. – P. 99–119.
10. Davies, J.E. Understanding peri-implant endosseous healing / J.E. Davies // *Journal of Dental Education.* – 2003. – Vol. 67. – P. 932–949.
11. Marco, F. Peri-implant osteogenesis in health and osteoporosis / F. Marco, F. Milena, G. Gianluca, O. Vittoria // *Micron.* – 2005, Vol. 36. – P. 630–644.
12. Klein-Nulend, J. Mechanical loading and how it affects bone cells: the role of the osteocyte cytoskeleton in maintaining our skeleton / J. Klein-Nulend, R.G. Bacabac, A.D. Bakker // *European Cells & Materials.* – 2012. – Vol. 24. – P. 278–291.
13. Bailón-Plaza, A. A mathematical framework to study the effects of growth factor influences on fracture healing / A. Bailón-Plaza, M.C. van der Meulen // *Journal of Theoretical Biology.* – 2001. – Vol. 212, No 2. – P. 191–209.
14. Geris, L. Mathematical modeling of fracture healing in mice: comparison between experimental data and numerical simulation results / L. Geris, A.Gerisch, C. Maes, et al. // *Medical & Biological Engineering & Computing.* – 2006. – Vol. 44, No 4. – P. 280–289.
15. Moreo, P. Bone ingrowth on the surface of endosseous implants. Part 1: Mathematical model / P. Moreo, J.M. García-Aznar, M. Doblaré // *Journal of Theoretical Biology.* – 2009. – Vol. 260, No 1. – P. 1–12.
16. Moreo, P. Bone ingrowth on the surface of endosseous implants. Part 2: Theoretical and numerical analysis / P. Moreo, J.M. García-Aznar, M. Doblaré // *Journal of Theoretical Biology.* – 2009. – Vol. 260, No 1. – P. 13–26.
17. Chow, J.W. Role of nitric oxide and prostaglandins in mechanically induced bone formation / J.W. Chow, S.W. Fox, J.M. Lean, T.J. Chambers // *Journal of Bone and Mineral Research.* – 1998. – Vol. 13. – P. 1039–1044.
18. Huiskes, R.R. Effects of mechanical forces on maintenance and adaptation of form in trabecular bone / R.R. Huiskes, R. Ruimerman R, G.H. van Lenthe, J.D. Jansen // *Nature.* – 2000. – Vol. 405. – P. 704–706.
19. Chien, S.S.J. (1998) Effects of hemodynamic forces on gene expression and signal transduction in endothelial cells / S.S.J. Chien // *Biology Bulletin.* – 1998. – Vol. 194. – P. 390–393.
20. Ingber, D. Cellular basis of mechanotransduction / D. Ingber // *Biology Bulletin.* – 1998. – Vol. 194. – P. 323–327.
21. Pavlin, D. Mechanical loading stimulates differentiation of periodontal osteoblasts in a mouse osteoinduction model: effect on type I collagen and alkaline phosphatase genes / D. Pavlin, S.B. Dove, R. Zadro, J. Gluhak-Heinrich // *Calcified Tissue International.* – 2000. – Vol. 67, No 2. P. 163–172.
22. Uto, Y. Effects of mechanical repetitive load on bone quality around implants in rat maxillae / Y. Uto, S. Kuroshima, T. Nakano, et al. // *PLOS One.* – 2017. – Vol. 12, No 12. – P. e0189893.
23. Berglundh, T. Bone reactions to longstanding functional load at implants: an experimental study in dogs / T. Berglundh, I. Abrahamsson, J. Lindhe // *Journal of Clinical Periodontology.* – 2005. – Vol. 32. – P. 925–932.

Poliakov Aleksandr Mikhailovich
 FSAEI HE “Sevastopol State University”,
 Ph.D., Associate Professor, Leading researcher of the "Biomechanics" research laboratory,
 Universitetskaya Str. 33, Sevastopol, 299053
 Phone: +7 978 703 88 26

Pakhaliuk Vladimir Ivanovich
 FSAEI HE “Sevastopol State University”,
 Ph.D., Associate Professor, Leading researcher of the "Biomechanics" research laboratory,
 Universitetskaya Str. 33, Sevastopol, 299053
 Phone: +7 978 764 06 00

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

E-mail: a.m.poljakov@sevsu.ru

E-mail: pahaluk@sevsu.ru

Mukhina Oksana Viktorovna

FSAEI HE "Sevastopol State University",

Ph.D., Associate Professor,

Universitetskaya Str. 33, Sevastopol, 299053

Phone: +7 978 044 39 94

E-mail: ovmyhina@sevsu.ru

Sopin Pavel Konstantinovich

FSAEI HE "Sevastopol State University",

Ph.D., Associate Professor,

Universitetskaya Str. 33, Sevastopol, 299053

Phone: +7 978 730 09 52

E-mail: PKSopin@sevsu.ru

© Поляков А.М., Пахалюк В.И., Бугаев П.А., Мухина О.В., Сопин П.К., 2022

УДК 502.174:697.7

DOI: 10.33979/2073-7408-2022-354-4-101-108

Е.В. БУРКОВА, Д.В. БУРКОВ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Аннотация. В работе рассматривается возможность использования двухконтурных систем солнечного теплоснабжения для горячего водоснабжения (ГВС) объектов индивидуального жилищного строительства при наличии дублирующего источника. Предложены уравнения для оценки количества замещаемого топлива при наличии дублирующего источника для солнечных установок данного типа. Получены количественные значения экономии условного топлива и других видов топлива с 1 м² гелиоустановки для ГВС, применительно к различным дублирующим источникам, с учетом их КПД, на примере климатических условий г. Севастополя. Выявлена необходимость установления нормативной температуры горячей воды в баке-аккумуляторе при использовании гелиоустановок.

Ключевые слова: солнечная энергия, система солнечного теплоснабжения, условное топливо, гелиоустановка, горячее водоснабжение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Установки солнечного горячего водоснабжения. Нормы проектирования. ВСН 52-86/ Госгражданстрой. – М.: Стройиздат. – 1988.
2. СНиП 2.04.01-85 «Внутреннее водоснабжение и канализация зданий».
3. Тепловой расчет котлов (Нормативный метод), издание 3-е, Изд-во: НПО ЦКТИ-ВТИ, Санкт-Петербург, 1998, -257с.
4. Солнечная энергетика в Крыму: методическое пособие для специалистов и всех интересующихся проблемами использования солнечной энергии / под редакцией В.А. Боква, В.У. Стоянова. – Киев – Симферополь, 2008. – 201 с.
5. Харченко Н.В. Индивидуальные солнечные установки / Н.В. Харченко – Москва: Энергоматиздат, 1991г. – 208с.
6. Буркова Е.В., Горбатов О.И., Бурков Д.В. Основные принципы создания каскадных гелиоустановок для сезонного горячего водоснабжения / Е.В. Буркова, О.И. Горбатов, Д.В. Бурков // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии – 2021. – № 6 (350). – С. 167-171.

Буркова Елена Викторовна

Севастопольский государственный университет, г. Севастополь

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Техногенная безопасность и метрология»

E-mail: lena1b@mail.ru

Бурков Дмитрий Валериевич

Севастопольский государственный университет, г. Севастополь

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Энергоустановки морских судов и сооружений»

E-mail: dv.burkov@mail.ru

E.V. BURKOVA, D.V. BURKOV

THE USE OF SOLAR ENERGY FOR HEAT SUPPLY FOR INDIVIDUAL HOUSING CONSTRUCTION

Abstract. The paper considers the possibility of using dual-circuit solar heat supply systems for hot water supply (DHW) of individual housing construction facilities in the presence of a duplicate source. Equations for estimating the amount of substituted fuel in the presence of a duplicate source for solar installations of this type are proposed. Quantitative values of the economy of conventional fuel and other types of fuel from 1m² of a solar installation for hot water are obtained, in relation to various duplicate sources, taking into account their efficiency, using the example of the climatic conditions of Sevastopol. The necessity of setting the standard temperature of hot water in the accumulator tank when using solar installations is revealed.

Keywords: solar energy, solar heat supply system, conditional fuel, solar installation, hot water supply.

BIBLIOGRAPHY

1. Solar hot water supply installations. Design standards. VSN 52-86/ Gosgrazhdanstroy. – М.: Stroyizdat. – 1988.
2. SNiP 2.04.01-85 "Internal water supply and sewerage of buildings".
3. Thermal calculation of boilers (Normative method), 3rd edition, Ed.: NPO TSKTI-VTI, St. Petersburg, 1998, - 257p.
4. Solar energy in the Crimea: a methodological guide for specialists and anyone interested in the problems of using solar energy / edited by V.A. Bokov, V.U. Stoyanov. – Kiev – Simferopol, 2008. – 201 p.
5. Kharchenko N.V. Individual solar installations / N.V. Kharchenko – Moscow: Energomatizdat, 1991 – 208p.
6. Burkova E.V., Gorbatykh O.I., Burkov D.V. Basic principles of creating cascade solar installations for seasonal hot water supply / E.V. Burkova, O.I. Gorbatykh, D.V. Burkov // Fundamental and applied problems of engineering and technology – 2021. – № 6 (350). – Pp. 167-171.

Burkova Elena Viktorovna

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

Burkov Dmitiy Valerievich

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

© Буркова Е.В., Бурков Д.В., 2022

УДК 612.216.2

DOI:10.33979/2073-7408-2022-354-4-109-114

Г.Н. СОБЯНИНА, С.Ю. МАЛЬКОВ

ТЕХНОЛОГИЯ ЖИДКОСТНОЙ ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ БИООБЪЕКТОВ В ИСПЫТАТЕЛЬНОМ ГИПЕРБАРИЧЕСКОМ СТЕНДЕ

Аннотация. В статье представлены результаты стендовых испытаний технологии жидкостной искусственной вентиляции легких в гипербарических условиях. В ходе выполнения опытно-экспериментальной работы осуществлён мониторинг основных физиологических параметров сердечнососудистой и дыхательной систем лабораторных животных при осуществлении имитации погружения/всплытия на гипербарическом стенде в условиях жидкостного дыхания.

Ключевые слова: биообъекты, технология жидкостного дыхания, гипербарический стенд.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корепанов А.Л. Жидкостное дыхание. Частичная жидкостная вентиляция легких (сообщение первое) // Корепанов А.Л. // Вестник физиотерапии и курортологии – Т.24-№ 2 - 2018 - С. 62-70.
2. Корепанов А.Л., Шуневыч О.Б., Василенко И.Ю. Жидкостное дыхание. Тотальная жидкостная вентиляция легких (сообщение второе) // Корепанов А.Л., Шуневыч О.Б., Василенко И.Ю. // Вестник физиотерапии и курортологии – Т.24 -№ 4 - 2018 - С. 86-93.
3. Мороз В. В. Жидкостная вентиляция легких, ее возможности и перспективы (современное состояние вопроса) / Мороз В.В., Власенко А.В., Закс И.О. - Анестезиология и реаниматология, 2001. -№ 6. - С.66-73.
4. Мороз В.В. Эндотрахеальное применение перфторана в условиях ИВЛ у больных с острым респираторным дистресс-синдромом / Мороз В.В., Остапченко Д.А., Власенко А.В., Осипов П.Ю., Герасимов Л.В.- Общая реаниматология, 2005. - С.5-11.
5. Поддубный С.К., Елохова Ю.А. Влияние занятий дайвингом на сердечно-сосудистую систему человека // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6.; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=11514> (дата обращения: 20.05.2022).
6. Попцов В.Н., Баландюк А.Е. Первый клинический опыт использования частичной жидкостной вентиляции на основе эндобронхиального введения перфторана в комплексной терапии респираторного дистресс-синдрома. - Биомедицинский журнал Medline.ru, 2004. Т. 5. - С. 173-174.
7. Suman Sarkar, Anil Paswan, S. Prakas. Liquid ventilation/ Anesth Essays Res. 2014. Sep-Dec; 8(3): pp. 277–282.
8. V. Courtney Broaddus MD Acute Respiratory Distress Syndrome Murray & Nadel's Textbook of Respiratory Medicine, 2022, 134, 1880-1902. e8

9. Moon RE, Mitchell S. Hyperbaric treatment for decompression sickness: current recommendations. Undersea Hyperb Med. 2019 Sep - Dec - Fourth Quarter;46(5):685-693. PMID: 31683368.

10. Warren L.Lee, Arthur S.Slutsky Acute Hypoxemic Respiratory Failure and ARDS Murray and Nadels Textbook of Respiratory Medicine (Sixth Edition) Volume 2, 2016, Pages 1740-1760.e7

Собянина Галина Николаевна

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь

Кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник НИЛ «Экспериментальные системы жизнеобеспечения биологических объектов»

299053, Россия, г. Севастополь, ул.

Университетская, 33

Моб. тел. +7(978) 868 53 62

E-mail: galsob@rambler.ru

Мальков Сергей Юрьевич

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь

Врач по водолазной медицине (специфизолог), руководитель медико-биологической группы НИЛ «Экспериментальные системы жизнеобеспечения биологических объектов»

299053, Россия, г. Севастополь, ул. Университетская, 33

Моб. тел. +7(978) 748 51 00

E-mail: sklif@bk.ru

G.N. SOBYANINA, S.U. MALKOV

LIQUID ARTIFICIAL VENTILATION OF LIGHT MODEL BIO-OBJECTS UNDER THE CONDITIONS OF THE TESTING HYPERBARIC BENCH

Abstract. *The article presents the results of bench tests of the technology of liquid artificial lung ventilation in hyperbaric conditions. In the course of the experimental work, the monitoring of the main physiological parameters of the cardiovascular and respiratory systems of laboratory animals was carried out during the simulation of immersion / ascent on the stand in conditions of liquid breathing.*

Keywords: biological objects, liquid breathing technology, hyperbaric stand.

BIBLIOGRAPHY

1. Korepanov A.L. Zhidkostnoe dykhanie. Chastichnaya zhidkostnaya ventilyatsiya legkikh (soobshchenie pervoe) / Korepanov A.L. // Vestnik fizioterapii i kurortologii – T.24-№ 2 - 2018 - S. 62-70.
2. Korepanov A.L., Shunevych O.B., Vasilenko I.Yu. Zhidkostnoe dykhanie. Totalnaya zhidkostnaya ventilyatsiya legkikh (soobshchenie vtoroe) // Korepanov A.L., Shunevych O.B., Vasilenko I.Yu. // Vestnik fizioterapii i kurortologii – T.24 -№ 4 - 2018 - S. 86-93.
3. Moroz V. V. Zhidkostnaya ventilyatsiya legkikh, ee vozmozhnosti i perspektivy (sovremennoe sostoyanie voprosa) / Moroz V.V., Vlasenko A.V., Zaks I.O. - Anesteziologiya i reanimatologiya, 2001. -N 6. - S.66-73.
4. Moroz V.V. Endotrakhealnoe primeneniye perforana v usloviyakh IVL u bolnykh s ostrym respiratornym distress-sindromom / Moroz V.V., Ostapchenko D.A., Vlasenko A.V., Osipov P.Yu., Gerasimov L.V.- Obshchaya reanimatologiya, 2005. - S.5-11.
5. Poddubnyi S.K., Elokhova Yu.A. Vliyaniye zanyatii daivingom na serdechno-sosudistuyu sistemu cheloveka // Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. – 2013. – № 6.; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=11514> (data obrashcheniya: 20.05.2022).
6. Poptsov V.N., Balandyuk A.E. Pervyy klinicheskiy opyt ispolzovaniya chastichnoi zhidkostnoi ventilyatsii na osnove endobronkhialnogo vvedeniya perforana v kompleksnoi terapii respiratornogo distress-sindroma. - Biomeditsinskiy zhurnal Medline.ru, 2004. T. 5. - S. 173-174.
7. Suman Sarkar, Anil Paswan, S. Prakas. Liquid ventilation/ Anesth Essays Res. 2014. Sep-Dec; 8(3): pp. 277–282.
8. V. Courtney Broaddus MD Acute Respiratory Distress Syndrome Murray & Nadels Textbook of Respiratory Medicine, 2022, 134, 1880-1902. e8
9. Moon RE, Mitchell S. Hyperbaric treatment for decompression sickness: current recommendations. Undersea Hyperb Med. 2019 Sep - Dec - Fourth Quarter;46(5):685-693. PMID: 31683368.
10. Warren L.Lee, Arthur S.Slutsky Acute Hypoxemic Respiratory Failure and ARDS Murray and Nadels Textbook of Respiratory Medicine (Sixth Edition) Volume 2, 2016, Pages 1740-1760.e7

Sobyanina Galina Nikolaevna

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Sevastopol State University», Sevastopol

Ph.D., Associate Professor, Senior Researcher, Research Laboratory "Experimental Life Support Systems for Biological Objects"

299053, Russia, Sevastopol, st. University, 33

Ph.: +7(978) 868 53 62

E-mail: galsob@rambler.ru

Malkov Sergey Yurievich

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Sevastopol State University», Sevastopol

Doctor in diving medicine (special physiologist), head of the IBG Research Laboratory "Experimental Life Support Systems for Biological Objects"

299053, Russia, Sevastopol, st. University, 33

Ph.: +7(978) 748 51 00

E-mail: sklif@bk.ru

© Собянина Г.Н., Мальков С.Ю., 2022

Н.М. ХАЙДАРОВА, Ю.А. ЛЕБЕДЕВ, М.В. ХАЗИМУЛЛИН,
Ю.И. ТИМИРОВ, А.А. МУХАМЕДЗЯНОВА, И.А. ИХСАНОВ

ВЛИЯНИЕ МОНОСЛОЕВ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНОГО ВЕЩЕСТВА [3-(ТРИМЕТОКСИСИЛИЛ)-ПРОПИЛ]-ОКТАДЕЦИЛДИМЕТИЛ] АММОНИЙ ХЛОРИДА С КОНТРОЛИРУЕМОЙ ПЛОТНОСТЬЮ УПАКОВКИ МОЛЕКУЛ НА СТЕКЛЯННЫХ ПОДЛОЖКАХ С ПРОВОДЯЩИМ ПОКРЫТИЕМ НА СВОЙСТВА ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО СЛОЯ N-(4-МЕТОКСИБЕНЗИЛИДЕН)-4-БУТИЛАНИЛИНА

Аннотация. Изучено влияние монослоев поверхностно-активного вещества [3-(триметоксисилил)-пропил]-октадецилдиметил] аммоний хлорида с контролируемой плотностью упаковки молекул на стеклянных подложках с проводящим покрытием на свойства жидкокристаллического слоя N-(4-метоксибензилиден)-4-бутиланилина. На первом этапе изготовлены жидкокристаллические плоскопараллельные ячейки, внутренние поверхности которых содержали монослои ДМОАР с разной степенью упаковки. При изучении электрофизических свойств жидких кристаллов установлено, что проводимость образцов не зависит от поверхностной концентрации ПАВ, что свидетельствует об отсутствии диффузии молекул ПАВ с поверхности подложек в объем жидкого кристалла. Показано, что коноскопические фигуры всех образцов ДМОАР соответствуют, одноосному кристаллу с направлением оптической оси, перпендикулярной плоскостям подложек, то есть все исследованные образцы обладали гомеотропной ориентацией. Выполнены поляризационно-оптические исследования фазового перехода из изотропной в анизотропную фазу.

Ключевые слова. Жидкие кристаллы, монослои, плоскопараллельные ячейки, N-(4-метоксибензилиден)-4-бутиланилин, 3-(триметоксисилил)-пропил]-октадецилдиметил] аммоний хлорид, поляризационно-оптические исследования, контролируемая плотность упаковки молекул.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Popov P., Honaker L.W., Kooijman E.E., Mann E.K., Jakli A.I. A liquid crystal biosensor for specific detection of antigens // Sens Bio-Sens Res - 2016, 8, 3135.
2. Shen J., He F., Chen L., Ding L., Liu H., Wang Y., et al. Liquid crystal-based detection of DNA hybridization using surface immobilized single-stranded DNA. Microchim Acta 2017, 184(9), P. 3137-3144
3. An Z., Wei Y., Jang C-H. A new liquid crystal-based method to study disruption of phospholipid membranes by sodium deoxycholate. Liq Cryst 2017, 44, P. 427-435.
4. Khan M., Khan A.R., Shin J.H., Park S.Y. A liquid-crystal-based DNA biosensor for pathogen detection. Sci Rep 2016, 6, 22676.
5. Jang C.H., Cheng L.L., Olsen C.W., Abbott N.L. Anchoring of nematic liquid crystals on viruses with different envelope structures. Nano Lett 2006, 6, P. 1053-1058.
6. Clare B.H., Abbott N.L. Orientations of NLCs on Surfaces Presenting Controlled Densities of Peptides Amplification of Protein-Peptide Binding Events // Langmuir, 2005, 21 (14), P. 6451-6461.
7. Kim S.R., Abbott N.L. Rubbed Films of Functionalized Bovine Serum Albumin as Substrates for the Imaging of Protein ± Receptor Interactions Using Liquid Crystals // Adv. Mater. 2001, 13(19), P. 1445-1449.
8. Luk Y.Y., Tingey M.L., Hall D.J., I et al. Using Liquid Crystals to Amplify Protein Receptor Interactions: Design of Surfaces with Nanometer-Scale Topography that Present Histidine-Tagged Protein Receptors // Langmuir 2003, 19, P. 1671-1680.
9. Tingey M.L., Wilyana S., Snodgrass E.J., Abbott N.L. Imaging of Affinity Microcontact Printed Proteins by Using Liquid Crystals // Langmuir 2004, 20, P. 6818-6826.
10. Chen C.H., Yang K.L. Liquid crystal-based immunoassays for detecting hepatitis B antibody. Analytical Biochemistry, 2012, 421 (1), P. 321-323.
11. Su H.W., Lee M.J., Lee W., Surface modification of alignment layer by ultraviolet irradiation to dramatically improve the detection limit of liquid-crystal-based immunoassay for the cancer biomarker CA 125 // J Biomed Opt 2015, 20(5), 057004.
12. Lee M.J., Su H.W., Sun S.H., Lee W., Ultrahigh sensitivity in liquid-crystal-based immunodetection by surface modification of the alignment layer // Proc. SPIE 9182, 918201.
13. de Gennes PG, Prost // J. The Phys. of Liq. Cryst. // Oxford: Clarendon Press, 1993.
14. Амосова Л.П., Коншина Е.А., Костомаров Д.С., Федоров М.А. Электроуправляемое

двулучепреломление в нематических жидких кристаллах. Учебное пособие. Санкт-Петербургский Государственный университет информационных технологий, механики и оптики, 2010 г., 64 с.

Хайдарова Наиля Мавлетовна
магистр ФГБОУ ВО «Башкирский
государственный университет»,
450077, г.Уфа, ул. Заки Валиди,
д.32,
Тел. +7-347-228-62-55,
E-mail: lala30101995@gmail.com

Лебедев Юрий Анатольевич
Институт физики молекул и
кристаллов Уфимского научного
центра Российской академии наук,
лаборатория физики твердого
тела, кандидат физико-
математических наук, старший
научный сотрудник,
450075, Республика
Башкортостан, г.Уфа, проспект
Октября, д.151,
Тел. +7-347-292-14-17,
E-mail: lebedev@anrb.ru

Хазимуллин Максим Вильевич
Институт физики молекул и
кристаллов Уфимского научного
центра Российской академии наук,
лаборатория физики твердого тела,
кандидат физико-математических
наук, младший научный
сотрудник,
450075, Республика Башкортостан,
г.Уфа, проспект Октября, д.151,
Тел. +7-347-292-14-17,
E-mail: maximhk@gmail.com

Тимиров Юлай Ильдарович
Институт физики молекул и
кристаллов Уфимского научного
центра Российской академии наук,
лаборатория физики твердого тела,
кандидат физико-математических
наук, научный сотрудник,
450075, Республика Башкортостан,
г.Уфа, проспект Октября, д.151,
Тел. +7-347-292-14-17,
E-mail: timirov.yulay@gmail.com

**Мухамедзянова Альфия
Ахметовна**
ФГБОУ ВО «Башкирский
государственный университет»,
доктор технических наук, доцент,
заведующий кафедрой
технической химии и
материаловедения,
450077, Республика
Башкортостан, г.Уфа, ул. Заки
Валиди, д.32,
Тел. +7-347-228-62-55.
E
m

Ихсанов Иршат Айратович
Фонд перспективных
исследований, кандидат
технических наук, руководитель
проекта,
121059 Москва, Бережковская
наб., д. 22, стр. 3,
Тел. +7-917-342-04-95,
E-mail: konversatom@yandex.ru

N.M. KHAIDAROVA, YU.A. LEBEDEV, M.V. KHAZIMULLIN,
YU.I. TIMIROV, A.A. MUKHAMEDZYANOVA, I.A. IHSANOV

EFFECT OF MONOLAYERS OF SURFACTANT [3-(TRIMETHOXYSILYL)- PROPYL]-OCTADECYLDIMETHYL] AMMONIUM CHLORIDE WITH CONTROLLED PACKING DENSITY OF MOLECULES ON GLASS SUBSTRATES WITH CONDUCTIVE COATING ON THE PROPERTIES OF THE LIQUID CRYSTAL LAYER OF N-(4-METHOXYBENZYLIDENE)-4-BUTYLANILINE

Abstract. *The effect of monolayers of the surfactant [3-(trimethoxysilyl)-propyl]-octadecyldimethyl] ammonium chloride with a controlled packing density of molecules on glass substrates with a conductive coating on the properties of a liquid crystal layer of N-(4-methoxybenzylidene)-4-butylaniline has been studied. At the first stage, liquid crystal plane-parallel cells were manufactured, the inner surfaces of which contained DMOAP monolayers with varying degrees of packaging. When studying the electrophysical properties of liquid crystals, it was found that the conductivity of samples does not depend on the surface concentration of surfactants, which indicates that there is no diffusion of surfactant molecules from the surface of the substrates into the volume of the liquid crystal. It is shown that the conoscopic figures of all DMOAP samples correspond to a uniaxial crystal with the direction of the optical axis perpendicular to the planes of the substrates, that is, all the samples studied had a homeotropic orientation. Polarization-optical studies of the phase transition from an isotropic to anisotropic phase have been performed.*

Keywords: *Liquid crystals, monolayers, plane-parallel cells, N-(4-methoxybenzylidene)-4-butylaniline, 3-(trimethoxysilyl)-propyl]-octadecyldimethyl] ammonium chloride, polarization-optical studies, controlled packing density of molecules.*

BIBLIOGRAPHY

1. Popov P., Khonaker L.V., Kooyman E.E., Mann E.K., Dzhakli A.I. Zhidkokristallicheskiy biosensor dlya spetsificheskogo obnaruzheniya antigenov // Sens Bio-Sens Res - 2016, 8, 3135.
2. Shen Dzh., Khe F., Chen L., Din L., Lyu KH., Van YU. i dr. Obnaruzheniye gibridizatsii DNK na osnove zhidkikh kristallov s ispol'zovaniyem immobilizovannoy na poverkhnosti odnotsepochechnoy DNK. Microchim Acta 2017, 184(9), str. 3137-3144
3. An Z., V·ey YU., Dzhang S-KH. Novyy metod na osnove zhidkikh kristallov dlya izucheniya razrusheniya fosfolipidnykh membran dezoksikholatom natriya. Liq Cryst 2017, 44, str. 427-435.
4. Khan M., Khan A.R., Shin Dzh.KH., Pak S.YU. DNK-biosensor na osnove zhidkikh kristallov dlya obnaruzheniya patogenov. Nauchnyy predstavitel' 2016, 6, 22676.
5. Dzhang CH.KH., Cheng L.L., Olsen K.V., Ebbott N.L. Zakrepleniye nematicheskikh zhidkikh kristallov na virusakh s razlichnoy strukturoy obolochki. Nano Lett 2006, 6, str. 1053-1058.
6. Kl·er B.KH., Ebbott N.L. Oriyentatsii NZHK na poverkhnostyakh, predstavlyayushchikh kontroliruyemyye plotnosti peptidov. Amplifikatsiya sobytii svyazyvaniya belok-peptid // Lengmyur, 2005, 21 (14), s. 6451-6461.
7. Kim S.R., Ebbott N.L. Natertyye plenki funktsionalizirovannogo bych'yego syvorotochnogo al'bumina kak substraty dlya vizualizatsii vzaimodeystviy belok-retseptor s ispol'zovaniyem zhidkikh kristallov // Adv. Mater. 2001, 13(19), s. 1445-1449.
8. Luk YU.YU., Tingey M.L., Khol D.Dzh., I. i soavt. Ispol'zovaniye zhidkikh kristallov dlya usileniya vzaimodeystviya belkovykh retseptorov: dizayn poverkhnostey s topografiyey nanometrovoogo masshtaba, na kotorykh predstavleny belkovyye retseptory, mechennyye gistidinom // Lengmyur 2003, 19, str. 1671-1680.
9. Tingi M.L., Vil'yana S., Snodgrass E.Dzh., Ebbott N.L. Vizualizatsiya affinykh mikrokontaknykh pechatnykh belkov s ispol'zovaniyem zhidkikh kristallov // Lengmyur 2004, 20, str. 6818-6826.
10. Chen CH.KH., Yan K.L. Zhidkokristallicheskiye immunoanalizy dlya vyyavleniya antitel k gepatitu V. Analiticheskaya biokhimiya, 2012, 421 (1), S. 321-323.
11. Su KH.V., Li M.Dzh., Li V., Modifikatsiya poverkhnosti vyravnivayushchego sloya ul'traioletovym oblucheniym dlya znachitel'nogo uluchsheniya predela obnaruzheniya zhidkokristallicheskogo immunoanaliza dlya biomarkera raka CA 125 // J Biomed Opt 2015, 20(5) 057004.
12. Lee M.J., Su H.W., Sun S.H., Lee W., Sverkhvysokaya chuvstvitel'nost' immunodetsktsii na osnove zhidkikh kristallov putem modifikatsii poverkhnosti vyravnivayushchego sloya // Proc. SPIE 9182, 918201.
13. de Zhen P.G., Prost // J. The Phys. Lik. Kristall. // Oksford: Klarendon Press, 1993.
14. Amosova L.P., Konshina Ye.A., Kostomarov D.S., Fedorov M.A. Elektroupravlyayemoye dvulucheprelomleniye v nematicheskikh zhidkikh kristallakh. Uchebnoye posobiye. Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy universitet informatsionnykh tekhnologiy, mekhaniki i optiki, 2010 g., 64 s.

Khaidarova Nailya Mavletovna

Master, FSBEI HE "Bashkir State University",
32 st. Zaki Validi, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450077,
Tel. +7-347-228-62-55,
E-mail: lala30101995@gmail.com

Lebedev Yuri Anatolyevich

Institute of Physics of Molecules and Crystals of the Ufa Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Laboratory of Solid State Physics, PhD in Physical and Mathematical Sciences, Senior Researcher,
151 Oktyabrya Avenue, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450075,
Tel. +7-347-292-14-17,
E-mail: lebedev@anrb.ru

Khazimullin Maxim Vilevich

Institute of Physics of Molecules and Crystals of the Ufa Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Laboratory of Solid State Physics, PhD in Physical and Mathematical Sciences, Junior Researcher,
151 Oktyabrya Avenue, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450075,
Tel. +7-347-292-14-17,
E-mail: maximhk@gmail.com

Timirov Yulai Ildarovich

Institute of Physics of Molecules and Crystals of the Ufa Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Laboratory of Solid State Physics, PhD in Physics and Mathematics, Researcher, 151 Oktyabrya Avenue, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450075,
Tel. +7-347-292-14-17,
E-mail: timirov.yulay@gmail.com

Mukhamedzyanova Alfiya Akhmetovna

FSBEI HE "Bashkir State University", Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Technical Chemistry and materials science,
32 st. Zaki Validi, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450077,
Tel. + 7-347-228-62-55,
E-mail: alf6058@yandex.ru

Ihsanov Irshat Ayratovich

Foundation for Advanced Research, Candidate of Technical Sciences, Project Manager,
121059 Moscow, Berezhkovskaya nab., 22, p. 3,
Tel. +7-917-342-04-95,
E-mail: konversatom@yandex.ru

А.И. БОХОНСКИЙ, Н.И. ВАРМИНСКАЯ, Н.П. РЫЖКОВА

КОЛЕБАНИЯ ВОЛНОВОЙ МАЯТНИКОВОЙ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ

Аннотация. *Исследован сложный характер колебаний волновой маятниковой энергетической установки при периодическом регулярном волновом воздействии. Оценено влияние нелинейности и демпфирования на амплитуды колебаний математического маятника. Уделено внимание составлению и проверке корректности математических моделей бортовых колебаний энергоустановки.*

Ключевые слова: *теория колебаний, линейные и нелинейные системы, уравнения движения, численное интегрирование, динамические свойства объекта.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андропов, А.А. Теория колебаний / А.А. Андропов, А.А. Витт, С.Э. Хайкин. – М.: Физматгиз, 1950. – 916 с.
2. Бутенин, Н.В. Введение в теорию нелинейных колебаний / Н.В. Бутенин, Ю.И. Неймарк, П.А. Фуфаев. – М.: Наука, 1976. – 256 с.
3. Боголюбов, И.К. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний / И.К. Боголюбов, Ю.А. Митропольский. – Изд. 2-е. – М.: Физматгиз, 1958. – 408 с.
4. Бабаков, И.М. Теория колебаний / И.М. Бабаков. – М.: Гостехиздат, 1958. – 628 с.
5. Светлицкий, В.А. Случайные колебания механических систем / В.А. Светлицкий. – М.: Машиностроение, 1976. – 216 с.
6. Пановко, Я.Г. Основы прикладной теории колебаний и удара / Я.Г. Пановко. – Л.: Машиностроение, 1976. – 320 с.
7. Бидерман, В.П. Прикладная теория механических колебаний / В.П. Бидерман. – М.: Высш. школа, 1972. – 414 с.
8. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти томах. Т.1. Колебания линейных систем / Под ред. В.В. Болотина. – М.: Машиностроение, 1978. – 352 с.
9. Светлицкий, В.А. Сборник задач по теории колебаний / В.А. Светлицкий, И.В. Стаценко. – М.: Высш. школа, 1973. – 454 с.
10. Мещерский, И.В. Задачи по теоретической механике: Учебное пособие для вузов / И.В. Мещерский. – 38-е изд. – СПб.: Лань, 2010. – 448 с.
11. Бохонский, А.И. Оптимальное управление переносным движением деформируемых объектов: теория и технические приложения / А.И. Бохонский, Н.И. Варминская, М.Н. Мозолевский, – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2007. – 296 с.
12. Бохонский, А.И. Вариационное и реверсионное исчисления в механике / А.И. Бохонский, Н.И. Варминская. – Севастополь: СевНТУ, 2012. – 212 с.
13. Бохонский, А.И. Реверсионный принцип оптимальности. – М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2016. – 174с.
14. Бохонский, А.И. Конструирование оптимальных управлений перемещением упругих объектов. Бохонский А. И., Варминская Н. И. Издательство: НИЦ МС, 2020. – 120 с.
15. Бохонский, А.И. Механика управляемого движения объектов: учебное пособие / А.И. Бохонский, Н.И. Варминская, Т.В. Мозолевская. – М.: ИНФРА-М, 2021. – 170 с.
16. Чебоксаров В.В. Сравнительный анализ эффективности двух схем маятниковых преобразователей энергии волн / В.В. Чебоксаров // Энергетические установки и технологии. – 2016. Т2. №1. – С. 68 – 75.
17. Бохонский, А.И. Упрощённая динамическая модель волновой энергоустановки / А.И. Бохонский, М.М. Майстришин, В.В. Чебоксаров // Автоматизация и измерения в машино- приборостроении. – Вып. №1 (17), 2022. С. 20 – 24.
18. Вибрации в технике: Справочник. Т.2. Колебания нелинейных механических систем / Под ред. И.И. Блехмана. – М.: Машиностроение, 1979. – 351 с.

Бохонский Александр Иванович

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь
 Профессор, доктор технических наук, профессор
 кафедры «Цифровое проектирование»
 299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33
 Тел. 8 (978) 739–39–68
 E-mail: bohon.alex@mail.ru

Варминская Наталья Ивановна

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной
 Звезды училище имени П.С. Нахимова, г. Севастополь
 Доцент, кандидат технических наук, зав. кафедрой
 физики и общетехнических дисциплин
 299028, г. Севастополь, ул. Дыбенко, д. 1а
 Tel. 8 (978) 832–83–44
 E-mail: nvarminska@gmail.com

Рыжкова Наталья Павловна

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной
 Звезды училище имени П.С. Нахимова, г. Севастополь
 Доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры
 математики и начертательной геометрии
 299028, г. Севастополь, ул. Дыбенко, д. 1а
 Tel. 8 (978) 88–98–715

A.I. BOKHONSKY, N.I. VARMINSKAYA, N.P. RYZHKOVA

OSCILLATIONS OF A WAVE PENDULUM POWER FACILITY

Abstract. *The complex nature of the oscillations of a wave pendulum power mounting under periodic regular wave action has been studied. The effect of nonlinearity and damping on the oscillation amplitudes of a mathematical pendulum is estimated. Attention is paid to the compilation and verification of the correctness of mathematical models of onboard oscillations of the power mounting.*

Keywords: *oscillation theory, linear and nonlinear systems, equations of motion, numerical integration, dynamic properties of an object.*

BIBLIOGRAPHY

1. Andropov, A.A. Teoriya kolebanij / A.A. Andropov, A.A. Vitt, S.E. Hajkin. – M.: Fizmatgiz, 1950. – 916 p.
2. Butenin, N.V. Vvedenie v teoriyu nelinejnyh kolebanij / N.V. Butenin, YU.I. Nejmark, P.A. Fufaev. – M.: Nauka, 1976. – 256 p.
3. Bogolyubov, I.K. Asimptoticheskie metody v teorii nelinejnyh kolebanij / I.K. Bogolyubov, YU.A. Mitropolskij. – Izd. 2-e. – M.: Fizmatgiz, 1958. – 408 p.
4. Babakov, I.M. Teoriya kolebanij / I.M. Babakov. – M.: Gostekhizdat, 1958. – 628 p.
5. Svetlickij, V.A. Sluchajnye kolebaniya mekhanicheskikh sistem / V.A. Svetlickij. – M.: Mashinostroenie, 1976. – 216 p.
6. Panovko, YA.G. Osnovy prikladnoj teorii kolebanij i udara / YA.G. Panovko. – L.: Mashinostroenie, 1976. – 320 p.
7. Biderman, V.P. Prikladnaya teoriya mekhanicheskikh kolebanij / V.P. Biderman. – M.: Vyssh. shkola, 1972. – 414 p.
8. Vibracii v tekhnike: Spravochnik. V 6-ti tomah. T.1. Kolebaniya linejnyh sistem / Pod. red. V.V. Bolotina. – M.: Mashinostroenie, 1978. – 352 p.
9. Svetlickij, V.A. Sbornik zadach po teorii kolebanij / V.A. Svetlickij, I.V. Stacenko. – M.: Vyssh. shkola, 1973. – 454 p.
10. Meshcherskij, I.V. Zadachi po teoreticheskoj mekhanike: Uchebnoe posobie dlya vuzov / I.V. Meshcherskij. – 38-e izd. – SPb.: Lan, 2010. – 448 p.
11. Bohonskij, A.I. Optimalnoe upravlenie perenosnym dvizheniem deformiruemyh ob'ektov: teoriya i tekhnicheskie prilozheniya / A.I. Bohonskij, N.I. Varminskaya, M.N. Mozolevskij, – Sevastopol: Izd-vo SevNTU, 2007. – 296 p.
12. Bohonskij, A.I. Variacionnoe i reverzionnoe ischisleniya v mekhanike / A.I. Bohonskij, N.I. Varminskaya. – Sevastopol: SevNTU, 2012. – 212 p.
13. Bohonskij, A.I. Reverzionnyj princip optimalnosti. – M.: Vuzovskij uchebnik: INFRA-M, 2016. – 174 p.
14. Bohonskij, A.I. Konstruirovaniye optimalnyh upravlenij peremeshcheniem uprugih ob'ektov. Bohonskij A. I., Varminskaya N. I. Izdatelstvo: NIC MS, 2020. – 120 p.
15. Bohonskij, A.I. Mekhanika upravlyaemogo dvizheniya ob'ektov: uchebnoe posobie / A.I. Bohonskij, N.I. Varminskaya, T.V. Mozolevskaya. – M.: INFRA-M, 2021. – 170 p.
16. CHEbokrsarov V.V. Sravnitelnyj analiz effektivnosti dvuh skhem mayatnikovyh preobrazovatelej energii voln / V.V. CHEbokrsarov // Energeticheskie ustanovki i tekhnologii. – 2016. T2. №1. – P. 68 – 75.
17. Bohonskij, A.I. Uproshchyonnaya dinamicheskaya model volnovoj energoustanovki / A.I. Bohonskij, M.M. Majstrishin, V.V. CHEbokrsarov // Avtomatizaciya i izmereniya v mashino- priborostroenii. – Vyp. №1 (17), 2022. P. 20 – 24.
18. Vibracii v tekhnike: Spravochnik. T.2. Kolebaniya nelinejnyh mekhanicheskikh sistem / Pod red. I.I. Blekhmana. – M.: Mashinostroenie, 1979. – 351 p.

Bokhonsky Alexander Ivanovich

Sevastopol State University, Sevastopol
Professor, Doctor of Technical Sciences,
Professor of the Department of «Digital Design»
299053, Sevastopol, st. Universitetskaya, 33
Tel. 8 (978) 739–39–68
E-mail: bohon.alex@mail.ru

Ryzhkova Natalia Pavlovna

Nakhimov Black Sea Higher Naval School, Sevastopol
Associate Professor, Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department of Mathematics
and Descriptive Geometry
299028, Sevastopol, st. Dybenko, 1a
Tel. 8 (978) 88–98–715
E-mail: nataliya414@yandex.ru

Varminskaya Natalia Ivanovna

Nakhimov Black Sea Higher Naval School, Sevastopol
Associate Professor, Candidate of Technical Sciences,
Head of Physics and General Technical Disciplines
Department
299028, Sevastopol, st. Dybenko, 1a
Tel. 8 (978) 832–83–44
E-mail: nvarminska@gmail.com

СЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕРИАЛЫ И ИНСТРУМЕНТЫ»

УДК 621. 95.08

DOI: 10.33979/2073-7408-2022-354-4-130-137

А.С. ДУДАРЕВ, М.С. БРАЖНИКОВА, В.А. ГОРЕТОВА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ УВОДА СПИРАЛЬНОГО СВЕРЛА ОТ ШИРИНЫ ПЕРЕМЫЧКИ

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос влияния ширины перемычки спирального сверла на величину увода стержня сверла в процессе сверления. Перемычка, совместно с главными режущими кромками, осуществляет основное резание, она также определяет прочность и жесткость сверла.

Изучение влияния ширины перемычки на увод оси сверла было решено исследовать посредством расчёта напряженно-деформированного состояния сверла в определенных условиях нагружения с использованием программного обеспечения (ПО) Siemens NX 12.0 в модуле расширенной симуляции. Были построены трехмерные модели спиральных сверл с разными размерами ширины перемычки. Затем эти модели были использованы в решении поставленной задачи в инженерном пакете NX.

Для определения зависимости увода оси сверла предлагается использовать диаграммы деформаций, а именно эпюры перемещений по узлам конечно-элементной (КЭ) модели сверла.

Ключевые слова: спиральное сверло, сверление, засверливание, крутящий момент, осевая сила, режущий инструмент, силы резания, увод оси сверла, перемычка, метод конечных элементов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов. М.: Машиностроение, 1975. – 344 с.
2. Кижняев Ю. И., Немцев Б. А., Яковлев П. Д. Особенности образования и способы уменьшения уводов при глубоком сверлении отверстий диаметром 7–30 мм в валах и плитах без вращения и с вращением инструмента // Металлообработка. – 2012. – № 3(69). – С. 36-41.
3. Юркевич, В. В. Причины снижения точности обработки при сверлении // СТИН. – 2014. – № 3. – С. 5-8.
4. Мулдашева Г. К., Бекренев Н. В., Казинский А. А. Особенности ультразвукового сверления отверстий малого диаметра в высокопрочных коррозионно- и жаростойких сплавах / // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2021. – № 1(88). – С. 62-72.
5. Кадыров И. Ш., Темирбеков Ж. Т., Турусбеков Б. С., Давлятов У. Р. Экспериментальное исследование влияния скорости резания на осевую силу и крутящий момент при сверлении и фрезеровании // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2019. – № 12-2. – С. 212-217.
6. Щепетильников Ю. В., Кожевников Д. В.. О силах резания при сверлении сталей сверлами с внутренним охлаждением // Известия ТПУ. 1976. Т. 224. С. 119-123.
7. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. / под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – Т. 2. – 496 с.

Дударев Александр Сергеевич
ФГАОУ ВО «Пермский
национальный исследовательский
политехнический университет», г.
Пермь
Кандидат технических наук, доцент
каф. ИТМ
614990, Пермский край, г. Пермь,
Комсомольский проспект, 29
Тел. 8 (342) 2198-236
E-mail: dudarev@pstu.ru

Бражникова Маргарита Сергеевна
ФГАОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет», г. Пермь
Студент 1 курса магистратуры, каф.
ИТМ
614990, Пермский край, г. Пермь,
Комсомольский проспект, 29
Тел. 8 (982) 498-05-55
E-mail: brazhnikova-99@mail.ru

Горетова Валентина Андреевна
ФГАОУ ВО «Пермский
национальный исследовательский
политехнический университет», г.
Пермь
Студент 1 курса магистратуры, каф.
ИТМ
614990, Пермский край, г. Пермь,
Комсомольский проспект, 29
Тел. 8 (950) 464-66-55
E-mail: goretova_v@mail.ru

A.S. DUDAREV, M.S. BRAZHNIKOVA, V.A. GORETROVA

DETERMINATION OF THE DEPENDENCE OF THE RETRACT OF THE TWIST DRILL ON THE WIDTH OF THE JUMPER

Abstract. The article considers the issue of the influence of the width of the spiral drill jumper on the amount of the drill rod withdrawal during drilling. The jumper, together with the main cutting edges, performs the main cutting, it also determines the strength and rigidity of the drill.

It was decided to investigate the influence of the width of the jumper on the removal of the drill axis by calculating the stress-strain state of the drill under certain loading conditions using the Siemens NX 12.0 software in the advanced simulation module. Three-dimensional models of spiral drills with different sizes of the bridge width were built. Then these models were used in solving the problem in the NX engineering package.

To determine the dependence of the removal of the drill axis, it is proposed to use deformation diagrams, namely, diagrams of movements along the nodes of the finite element (FE) drill model.

Keywords: twist drill, drilling, torque, axial force, cutting tool, cutting forces, drill axis withdrawal, bridges, finite element method.

BIBLIOGRAPHY

1. Bobrov V.F. Fundamentals of the theory of metal cutting. M.: Mashinostroenie, 1975. - 344 p.
2. Kizhnyayev Yu. I., Nemtsev, B.A., and P.D. Yakovlev // Metalworking. - 2012. - No. 3 (69). - S. 36-41.
3. Yurkevich V. V. Reasons for reducing the accuracy of machining during drilling / V. V. Yurkevich // STIN. - 2014. - No. 3. - S. 5-8.
4. Muldasheva, G.K., Bekrenev, N.V., Kazinsky, A.A., Features of ultrasonic drilling of small-diameter holes in high-strength corrosion- and heat-resistant alloys, Bulletin of the Saratov State Technical University. - 2021. - No. 1 (88). - S. 62-72.
5. Kadyrov, I. Sh., Temirbekov, Zh. Eksperimentalnoe issledovanie vliyaniya skorosti rezaniya na osevuyu silu i krutyashchij moment pri sverlenii i frezerovanii // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamentalnyh issledovaniy - 2019. - No. 12-2. - S. 212-217.
6. Shchepetilnikov Yu. V. and Kozhevnikov D. V. On cutting forces when drilling steels with drills with internal cooling // Izvestiya TPU. 1976. S. 119-123.
7. Reference technologist-machine builder. In 2 volumes / ed. A.G. Kosilova, R.K. Meshcheryakova. - M.: Mashinostroenie, 1985. - T. 2. - 496 s.

Dudarev Alexandr Sergeevich
"Perm National Research Polytechnics University" (PNRPU), Perm
PhD in Engineering sciences,
associate Professor of the Department
"Innovative engineering technologies"
29 Komsomolsky prospect, Perm,
614990
Ph.: 8 (342) 239-17-55
E-mail: dudarev@pstu.ru

Brazhnikova Margarita Sergeevna
"Perm National Research Polytechnics University" (PNRPU), Perm
PhD student of the Department
"Innovative engineering technologies"
29 Komsomolsky prospect, Perm, 614990
Ph.: 8 (982) 498-05-55
E-mail: brazhnikova-99@mail.ru

Goretova Valentina Andreevna
"Perm National Research Polytechnics University" (PNRPU), Perm
PhD student of the Department
"Innovative engineering technologies"
29 Komsomolsky prospect, Perm,
614990
Ph.: 8 (950) 464-66-55
E-mail: goretova_v@mail.ru

© Дударев А.С., Бражникова М.С., Горетова В.А., 2022

УДК 616.728.2-089

DOI: 10.33979/2073-7408-2022-354-4-138-149

В.И. ПАХАЛЮК, А.М. ПОЛЯКОВ, П.К. СОПИН, О.В. МУХИНА

ОБРАБОТКА ПЛАЗМОЙ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗУЕМОГО В ТОТАЛЬНОМ ЭНДОПРОТЕЗЕ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА СВМПЭ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЕГО ИЗНОСА

Аннотация. В данной работе обсуждается проблема оценки влияния градиента микротвердости на поверхностный износ пленок сверхвысокой молекулярной массы полиэтилена (СВМПЭ), обработанных плазмой низкого давления. Ее решение впервые было получено на основе известного закона износа Арчарда, модифицированного с учетом использования аппроксимирующих зависимостей отрицательных градиентов микротвердости поверхностей по глубине, рассчитанных на основе экспериментальных данных, полученных методом наноиндентирования для образцов с различным временем обработки плазмой (от 3 до 12 минут). Оценка износа проводилась в программах ANSYS и MATLAB в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 14242-1-2012 с использованием разработанного авторами метода численного моделирования. Результаты моделирования показывают, что такой интегральный параметр, как совокупный объемный износ, у образцов, обработанных плазмой низкого давления, значительно ниже, чем у необработанных. Установлено, что как линейный, так и совокупный объемный износ уменьшаются с увеличением времени плазменной обработки образца. Наибольшее снижение (в 4 раза по сравнению с необработанными) получено для образцов с градиентом твердости, полученным плазменной обработкой поверхности в течение 12 минут. Это время можно считать максимально возможным для обработки СВМПЭ плазмой низкого давления, так как дальнейшее увеличение этого времени увеличивает шероховатость поверхности образца и, следовательно, коэффициент трения. Использование пленок СВМПЭ, обработанных плазмой низкого давления, в тотальном эндопротезе

тазобедренного сустава (ТЭТБС) значительно снизит их износ и вероятность остеолита и, таким образом, увеличит срок службы ТЭТБС.

Ключевые слова: тотальный эндопротез тазобедренного сустава, плазма низкого давления, моделирование, износ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Poliakov, A. Current Trends in Improving of Artificial Joints Design and Technologies for Their Arthroplasty / A. Poliakov, V. Pakhaliuk, V.L. Popov // *Frontiers in Mechanical Engineering*. – 2020. – Vol. 6. – Art. 4. – 16 p.
2. Laska, A. Comparison of conventional and crosslinked ultra-high molecular weight polyethylene (UHMWPE) used in hip implant / A. Laska // *World Sci News*. – 2017. – Vol. 73. – P. 51–60.
3. Dougherty, P.S.M. An investigation of the wear mechanism leading to self-replenishing transfer films / P.S.M. Dougherty, R. Pudjoprawoto, C.F. Higgs // *Wear*. – 2011. – Vol. 272. – P. 122–132.
4. Rhee, S.H. Mechanisms of formation of polymeric transfer films / S.H. Rhee, K.C. Ludema // *Wear*. – 1978. – Vol. 46. – P. 231–240.
5. Schwartz, C.J. Studies on the tribological behavior and transfer film-counterface bond strength for polyphenylene sulfide filled with nanoscale alumina particles / C.J. Schwartz, S. Bahadur // *Wear*. – 2000. – Vol. 237. – P. 261–273.
6. Bahadur, S. The development of transfer layers and their role in polymer tribology / S. Bahadur // *Wear*. – 2000. – Vol. 245. – P. 92–99.
7. Танькут, А.В. Обоснование эндопротезирования тазобедренного сустава с использованием монокристаллического корунда в суставе эндопротеза: дис. канд. мед. наук: 14.01.21: защищена 18.11.2010 / Танькут Алексей Владимирович. – Харьков, 2010. – 175 с.
8. Shanbhag, A.S. Effects of particles on fibroblast proliferation and bone resorption in vitro / A.S. Shanbhag, J.J. Jacobs, J. Black, J.O. Galante, T.T. Glant // *Clin Orthop Relat Res*. – 1997. – Vol. 342. – P. 205–217.
9. Baena, J.C. Wear Performance of UHMWPE and Reinforced UHMWPE Composites in Arthroplasty Applications: A Review / J.C. Baena, J. Wu, Z. Peng // *Lubricants*. – 2015. – Vol. 3. – P. 413–436.
10. McKellop, H. Development of an extremely wear-resistant ultra-high molecular weight polyethylene for total hip replacements / H. McKellop, F.W. Shen, B. Lu, P. Campbell, R. Salovey // *J Orthop Res*. – 1999. – Vol. 17, No 2. – P. 157–67.
11. Clyne, T. An introduction to composite materials / T. Clyne, D. Hull. – Cambridge (UK): Cambridge University Press, 2019. – 326 p.
12. Budhe, S. An updated review of adhesively bonded joints in composite materials / S. Budhe, M. Banea, S. De Barros, L. Da Silva // *Int J Adhes Adhes*. – 2017. – Vol. 72. – P. 30–42.
13. Bakshi, S.R. Synthesis and characterization of multiwalled carbon nanotube reinforced ultra-high molecular weight polyethylene composite by electrostatic spraying technique / S.R. Bakshi, J.E. Tercero, A. Agarwal // *Compos Part A*. – 2007. – Vol. 38, No 12. – P. 2493–2499.
14. Kumar, R.M. Effects of carbon nanotube aspect ratio on strengthening and tribological behavior of ultra-high molecular weight polyethylene composite / R.M. Kumar, S. Kumar, B.V.M. Kumar, D. Lahiri // *Compos Part A*. – 2015. – Vol. 76. – P. 62–72.
15. Tai, Z. Tribological behavior of UHMWPE reinforced with graphene oxide nanosheets / Z. Tai, Y. Chen, Y. An, X. Yan, Q. Xue // *Tribol Lett*. – 2012. – Vol. 46, No 1. – P. 55–63.
16. Bhattacharyya, A. Graphene reinforced ultra-high molecular weight polyethylene with improved tensile strength and creep resistance properties / A. Bhattacharyya, S. Chen, M. Zhu // *Express Polym Lett*. – 2014. – Vol. 8, No 2. – P. 74–84.
17. Mohammed, A.S. Improving the friction and wear of poly-ether-etherketone (PEEK) by using thin nano-composite coatings / A.S. Mohammed, M.I. Fareed // *Wear*. – 2016. – Vol. 364–365. – P. 154–162.
18. Samad, M.A. Mechanical, thermal and tribological characterization of a uhmwpe film reinforced with carbon nanotubes coated on steel / M.A. Samad, S.K. Sinha // *Tribol Int*. – 2011. – Vol. 44, No 12. – P. 1932–1941.
19. Chih, A., Anson-Casaos A, Puertolas J A. Frictional and mechanical behaviour of graphene/UHMWPE composite coatings / A. Chih, A. Anson-Casaos, J.A. Puertolas // *Tribol Int*. – 2017. – Vol. 116. – P. 295–302.
20. Liu, H. Surface modification of ultra-high molecular weight polyethylene (UHMWPE) by argon plasma / H. Liu, Y. Pei, D. Xie, X. Deng, Y.X. Leng, Y. Jin, N. Huang // *Applied Surface Science*. – 2010. – Vol. 256, No 12. – P. 3941–3945.
21. Chu, P.K. Plasma-surface modification of biomaterials / P.K. Chu, J.Y. Chen, L.P. Wang, N. Huang // *Mater Sci Eng*. – 2002. – Vol. 36. – P. 143–206.
22. Turicek, J. Surface Treatment of Ultra-High Molecular Weight Polyethylene (UHMWPE) by Cold Atmospheric Plasma (CAP) for Biocompatibility Enhancement / J. Turicek, N. Ratts, M. Kaltchev, N. Masound // *Appl Sci*. – 2021. – Vol. 11, No 4. – P. 1703
23. Omran, A.V. Atmospheric pressure surface modification and cross-linking of UHMWPE film and inside HDPE tube by transporting discharge / A.V. Omran, A. Baitukha, J. Pulpytel, F. Sohbatzadeh, F. Arefi-Khonsari // *Plasma Processes and Polymers*. – 2017. – Vol. 15, No 1. – P. 1–12.
24. Trimukhe, A.M. Pandiyaraj K.N, Tripathi A, Melo J S, Deshmukh R R. Plasma Surface Modification of Biomaterials for Biomedical Applications / A.M. Trimukhe, R.N. Pandiyaraj, A. Tripathi, J.S. Melo, R.R. Deshmukh. In:

Advances in Biomaterials for Biomedical Applications // A. Tripathi, J.S. Melo, Eds. – Singapore: Springer Nature. – 1917. – P. 94–166.

25. Pakhaliuk, V. Improving the finite element simulation of wear of total hip prosthesis spherical joint with the polymeric component / V. Pakhaliuk, A. Polyakov, M. Kalinin, V. Kramar // Procedia Eng. – 2015. – Vol. 100. – P. 539–548.

26. Pakhaliuk, V. Modifying and expanding the simulation of wear in the spherical joint with a polymeric component of the total hip prosthesis / V. Pakhaliuk, A. Polyakov, M. Kalinin, Y. Pashkov, P. Gadkov // Facta Universitatis Series: Mechanical Engineering. – 2016. – Vol. 14, No 3. – P. 301–312.

27. Polyakov, O.M. Stand and control system for wear testing of the spherical joints of vehicle suspension at complex loading conditions / O.M. Polyakov, V.I. Pakhaliuk, V.B. Lazarev, Shtanko P.K., Y.M. Ivanov // IFAC Proceedings Volumes. – 2013. – Vol. 46, No 25. – P. 106–111.

28. Pakhaliuk, V. Simulation of wear in a spherical joint with a polymeric component of the total hip replacement considering activities of daily living / V. Pakhaliuk, A. Polyakov // Facta Universitatis Series: Mechanical Engineering. – 2018. – Vol. 16, No 1. – P. 51–63.

29. Malito, L.G. Material properties of ultra-high molecular weight polyethylene: Comparison of tension, compression, nanomechanics and microstructure across clinical formulations / L.G. Malito, S. Arevalo, A. Kozak, S. Spiegelberg, A. Bellare, L. Pruitt // Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials. – 2018. – Vol. 83. – P. 9–19.

30. Aghdam, A.B. On the correlation between wear and entropy in dry sliding contact / A.B. Aghdam, M.M. Khonsari // Wear. – 2011. – Vol. 270, No 11–12. – P. 781–790.

31. Marcondes, A.R. Improvements of Ultra-High Molecular Weight Polyethylene Mechanical Properties by Nitrogen Plasma Immersion Ion Implantation / A.R. Marcondes, M. Ueda, K.G. Kostov, A.F. Beloto, N.F. Leite, G.F. Gomes, C.M. Lepienski // Brazilian Journal of Physics. – 2004. – Vol. 34, No 4B. – P. 1667–1672.

32. Maxian, T.A. A sliding-distance-coupled finite element formulation for polyethylene wear in total hip arthroplasty / T.A. Maxian, T.D. Brown, D.R. Pedersen, J.J. Callaghan // J Biomech. – 1996. – Vol. 27. – P. 687–692.

33. Lyons, B.J. In: Irradiation of Polymeric Materials: Processes, Mechanisms, and Applications / B.J. Lyons, W.C. Johnson // E. Reichmanis, C.W. Frank, J.H. O'Donnell, Eds. – Washington D C: American Chemical Society. – 1993. – Vol. 527. – P. 62–73.

34. Kang, L. A simple fully integrated contact-coupled wear prediction for ultra-high weight polyethylene hip implants / L. Kang, A.I. Galvin, Z.M. Zin, J. Fisher // Proc Instn Mech Engrs, Part H: J Engineering in Medicine. – 2006. – Vol. 220, No 1. – P. 35–46.

Пахалюк Владимир Иванович

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,

канд. техн. наук, доцент, ведущий научный сотрудник научной лаборатории «Биомеханика»,

ул. Университетская 33, г. Севастополь, 299053

Тел. +7 978 764 06 00

E-mail: pahaluk@sevsu.ru

Поляков Александр Михайлович

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,

канд. техн. наук, доцент, ведущий научный сотрудник научной лаборатории «Биомеханика»,

ул. Университетская 33, г. Севастополь, 299053

Тел. +7 978 703 88 26

E-mail: a.m.poljakov@sevsu.ru

Сопин Павел Константинович

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,

канд. техн. наук, доцент,

ул. Университетская 33, г. Севастополь, 299053

Тел. +7 978 730 09 52

E-mail: PKSopin@sevsu.ru

Мухина Оксана Викторовна

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,

канд. техн. наук, доцент,

ул. Университетская 33, г. Севастополь, 299053

Тел. +7 978 044 39 94

E-mail: ovmyhina@sevsu.ru

V.I. PAKHALIUK, A.M. POLIAKOV, P.K. SOPIN, O.V. MUKHINA

LOW-PRESSURE PLASMA TREATMENT OF UHMWPE USED IN TOTAL HIP REPLACEMENT FOR REDUCING ITS WEAR

Abstract. *This paper discusses the problem of evaluating the effect of a microhardness gradient on surface wear of an ultra-high molecular weight polyethylene (UHMWPE) films treated with low-pressure plasma. Its solution was first obtained on the basis of the well-known Archards wear law, modified taking into account the use of approximating dependences of negative depth gradients of surfaces microhardness, calculated on the basis of experimental data obtained by the nanoindentation method for samples with different plasma processing times (from 3 to 12 minutes). The wear evaluation was carried out in the ANSYS and MATLAB software in accordance with the requirements of ISO 14242-1 using the method of numerical simulation developed by authors. The simulation results show that such an integral parameter as cumulative volume wear is significantly lower for specimens treated with low-pressure plasma as compared*

to untreated ones. It was found that both linear and cumulative volume wear decrease with an increase in the plasma processing time of the sample. The largest reduction (4 times compared to untreated) was obtained for samples with a hardness gradient obtained by plasma surface treatment for 12 minutes. This time can be considered the maximum possible for processing UHMWPE with low-pressure plasma, since further increase in this time increases the roughness of the sample surface and, consequently, the coefficient of friction. The use of low-pressure plasma treated UHMWPE films in THR will significantly reduce their wear and the likelihood of osteolysis, and thus increase the THR lifespan.

Keywords: total hip replacement (THR), low-pressure plasma, UHMWPE, simulation, wear.

BIBLIOGRAPHY

1. Poliakov, A. Current Trends in Improving of Artificial Joints Design and Technologies for Their Arthroplasty / A. Poliakov, V. Pakhaliuk, V.L. Popov // *Frontiers in Mechanical Engineering*. – 2020. – Vol. 6. – Art. 4. – 16 p.
2. Laska, A. Comparison of conventional and crosslinked ultra-high molecular weight polyethylene (UHMWPE) used in hip implant / A. Laska // *World Sci News*. – 2017. – Vol. 73. – P. 51–60.
3. Dougherty, P.S.M. An investigation of the wear mechanism leading to self-replenishing transfer films / P.S.M. Dougherty, R. Pudjoprawoto, C.F. Higgs // *Wear*. – 2011. – Vol. 272. – P. 122–132.
4. Rhee, S.H. Mechanisms of formation of polymeric transfer films / S.H. Rhee, K.C. Ludema // *Wear*. – 1978. – Vol. 46. – P. 231–240.
5. Schwartz, C.J. Studies on the tribological behavior and transfer film-counterface bond strength for polyphenylene sulfide filled with nanoscale alumina particles / C.J. Schwartz, S. Bahadur // *Wear*. – 2000. – Vol. 237. – P. 261–273.
6. Bahadur, S. The development of transfer layers and their role in polymer tribology / S. Bahadur // *Wear*. – 2000. – Vol. 245. – P. 92–99.
7. Tankut, A.V. Obosnovaniye endoprotezirovaniya tazobedrennogo sustava s ispolzovaniyem monokristallicheskogo korunda v sustave endoproteza: dis. kand. med. nauk: 14.01.21: zashchishchena 18.11.2010 / Tankut Aleksey Vladimirovich. – Kharkov, 2010. – 175 s.
8. Shanbhag, A.S. Effects of particles on fibroblast proliferation and bone resorption in vitro / A.S. Shanbhag, J.J. Jacobs, J. Black, J.O. Galante, T.T. Glant // *Clin Orthop Relat Res*. – 1997. – Vol. 342. – P. 205–217.
9. Baena, J.C. Wear Performance of UHMWPE and Reinforced UHMWPE Composites in Arthroplasty Applications: A Review / J.C. Baena, J. Wu, Z. Peng // *Lubricants*. – 2015. – Vol. 3. – P. 413–436.
10. McKellop, H. Development of an extremely wear-resistant ultra-high molecular weight polyethylene for total hip replacements / H. McKellop, F.W. Shen, B. Lu, P. Campbell, R. Salovey // *J Orthop Res*. – 1999. – Vol. 17, No 2. – P. 157–67.
11. Clyne, T. An introduction to composite materials / T. Clyne, D. Hull. – Cambridge (UK): Cambridge University Press, 2019. – 326 p.
12. Budhe, S. An updated review of adhesively bonded joints in composite materials / S. Budhe, M. Banea, S. De Barros, L. Da Silva // *Int J Adhes Adhes*. – 2017. – Vol. 72. – P. 30–42.
13. Bakshi, S.R. Synthesis and characterization of multiwalled carbon nanotube reinforced ultra-high molecular weight polyethylene composite by electrostatic spraying technique / S.R. Bakshi, J.E. Tercero, A. Agarwal // *Compos Part A*. – 2007. – Vol. 38, No 12. – P. 2493–2499.
14. Kumar, R.M. Effects of carbon nanotube aspect ratio on strengthening and tribological behavior of ultra-high molecular weight polyethylene composite / R.M. Kumar, S. Kumar, B.V.M. Kumar, D. Lahiri // *Compos Part A*. – 2015. – Vol. 76. – P. 62–72.
15. Tai, Z. Tribological behavior of UHMWPE reinforced with graphene oxide nanosheets / Z. Tai, Y. Chen, Y. An, X. Yan, Q. Xue // *Tribol Lett*. – 2012. – Vol. 46, No 1. – P. 55–63.
16. Bhattacharyya, A. Graphene reinforced ultra-high molecular weight polyethylene with improved tensile strength and creep resistance properties / A. Bhattacharyya, S. Chen, M. Zhu // *Express Polym Lett*. – 2014. – Vol. 8, No 2. – P. 74–84.
17. Mohammed, A.S. Improving the friction and wear of poly-ether-etherketone (PEEK) by using thin nano-composite coatings / A.S. Mohammed, M.I. Fareed // *Wear*. – 2016. – Vol. 364–365. – P. 154–162.
18. Samad, M.A. Mechanical, thermal and tribological characterization of a uhmwpe film reinforced with carbon nanotubes coated on steel / M.A. Samad, S.K. Sinha // *Tribol Int*. – 2011. – Vol. 44, No 12. – P. 1932–1941.
19. Chih, A., Anson-Casaos A, Puertolas J A. Frictional and mechanical behaviour of graphene/UHMWPE composite coatings / A. Chih, A. Anson-Casaos, J.A. Puertolas // *Tribol Int*. – 2017. – Vol. 116. – P. 295–302.
20. Liu, H. Surface modification of ultra-high molecular weight polyethylene (UHMWPE) by argon plasma / H. Liu, Y. Pei, D. Xie, X. Deng, Y.X. Leng, Y. Jin, N. Huang // *Applied Surface Science*. – 2010. – Vol. 256, No 12. – P. 3941–3945.
21. Chu, P.K. Plasma-surface modification of biomaterials / P.K. Chu, J.Y. Chen, L.P. Wang, N. Huang // *Mater Sci Eng*. – 2002. – Vol. 36. – P. 143–206.
22. Turicek, J. Surface Treatment of Ultra-High Molecular Weight Polyethylene (UHMWPE) by Cold Atmospheric Plasma (CAP) for Biocompatibility Enhancement / J. Turicek, N. Ratts, M. Kaltchev, N. Masound // *Appl Sci*. – 2021. – Vol. 11, No 4. – P. 1703
23. Omran, A.V. Atmospheric pressure surface modification and cross-linking of UHMWPE film and inside HDPE tube by transporting discharge / A.V. Omran, A. Baitukha, J. Pulpytel, F. Sohbatzadeh, F. Arefi-Khonsari // *Plasma Processes and Polymers*. – 2017. – Vol. 15, No 1. – P. 1–12.
24. Trimukhe, A.M. Pandiyaraj K N, Tripathi A, Melo J S, Deshmukh R R. Plasma Surface Modification of Biomaterials for Biomedical Applications / A.M. Trimukhe, R.N. Pandiyaraj, A. Tripathi, J.S. Melo, R.R. Deshmukh. In:

Advances in Biomaterials for Biomedical Applications // A. Tripathi, J.S. Melo, Eds. – Singapore: Springer Nature. – 1917. – P. 94–166.

25. Pakhaliuk, V. Improving the finite element simulation of wear of total hip prosthesis spherical joint with the polymeric component / V. Pakhaliuk, A. Polyakov, M. Kalinin, V. Kramar // Procedia Eng. – 2015. – Vol. 100. – P. 539–548.

26. Pakhaliuk, V. Modifying and expanding the simulation of wear in the spherical joint with a polymeric component of the total hip prosthesis / V. Pakhaliuk, A. Polyakov, M. Kalinin, Y. Pashkov, P. Gadkov // Facta Universitatis Series: Mechanical Engineering. – 2016. – Vol. 14, No 3. – P. 301–312.

27. Polyakov, O.M. Stand and control system for wear testing of the spherical joints of vehicle suspension at complex loading conditions / O.M. Polyakov, V.I. Pakhaliuk, V.B. Lazarev, Shtanko P.K., Y.M. Ivanov // IFAC Proceedings Volumes. – 2013. – Vol. 46, No 25. – P. 106–111.

28. Pakhaliuk, V. Simulation of wear in a spherical joint with a polymeric component of the total hip replacement considering activities of daily living / V. Pakhaliuk, A. Polyakov // Facta Universitatis Series: Mechanical Engineering. – 2018. – Vol. 16, No 1. – P. 51–63.

29. Malito, L.G. Material properties of ultra-high molecular weight polyethylene: Comparison of tension, compression, nanomechanics and microstructure across clinical formulations / L.G. Malito, S. Arevalo, A. Kozak, S. Spiegelberg, A. Bellare, L. Pruitt // Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials. – 2018. – Vol. 83. – P. 9–19.

30. Aghdam, A.B. On the correlation between wear and entropy in dry sliding contact / A.B. Aghdam, M.M. Khonsari // Wear. – 2011. – Vol. 270, No 11–12. – P. 781–790.

31. Marcondes, A.R. Improvements of Ultra-High Molecular Weight Polyethylene Mechanical Properties by Nitrogen Plasma Immersion Ion Implantation / A.R. Marcondes, M. Ueda, K.G. Kostov, A.F. Beloto, N.F. Leite, G.F. Gomes, C.M. Lepienski // Brazilian Journal of Physics. – 2004. – Vol. 34, No 4B. – P. 1667–1672.

32. Maxian, T.A. A sliding-distance-coupled finite element formulation for polyethylene wear in total hip arthroplasty / T.A. Maxian, T.D. Brown, D.R. Pedersen, J.J. Callaghan // J Biomech. – 1996. – Vol. 27. – P. 687–692.

33. Lyons, B.J. In: Irradiation of Polymeric Materials: Processes, Mechanisms, and Applications / B.J. Lyons, W.C. Johnson // E. Reichmanis, C.W. Frank, J.H. O'Donnell, Eds. – Washington D C: American Chemical Society. – 1993. – Vol. 527. – P. 62–73.

34. Kang, L. A simple fully integrated contact-coupled wear prediction for ultra-high weight polyethylene hip implants / L. Kang, A.I. Galvin, Z.M. Zin, J. Fisher // Proc Instn Mech Engrs, Part H: J Engineering in Medicine. – 2006. – Vol. 220, No 1. – P. 35–46.

Pakhaliuk Vladimir Ivanovich

FSAEI HE “Sevastopol State University”,
Ph.D., Associate Professor, Leading researcher of the
"Biomechanics" research laboratory,
Universitetskaya Str. 33, Sevastopol, 299053
Phone: +7 978 764 06 00
E-mail: pahaluk@sevsu.ru

Poliakov Aleksandr Mikhailovich

FSAEI HE “Sevastopol State University”,
Ph.D., Associate Professor, Leading researcher of the
"Biomechanics" research laboratory,
Universitetskaya Str. 33, Sevastopol, 299053
Phone: +7 978 703 88 26
E-mail: a.m.poljakov@sevsu.ru

Sopin Pavel Konstantinovich

FSAEI HE “Sevastopol State University”,
Ph.D., Associate Professor,
Universitetskaya Str. 33, Sevastopol, 299053
Phone: +7 978 730 09 52
E-mail: PKSopin@sevsu.ru

Mukhina Oksana Viktorovna

FSAEI HE “Sevastopol State University”,
Ph.D., Associate Professor,
Universitetskaya Str. 33, Sevastopol, 299053
Phone: +7 978 044 39 94
E-mail: ovmyhina@sevsu.ru

© Пахалюк В.И., Поляков А.М., Сопин П.К., Мухина О.В., 2022

УДК 621.81.004.12

DOI: 10.33979/2073-7408-2022-354-4-150-160

Л.И. КУКСЕНОВА, Д.А. КОЗЛОВ, М.С. АЛЕКСЕЕВА

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ МЕДНЫХ ПОКРЫТИЙ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ СТАЛЬНЫХ ПАР ТРЕНИЯ

Аннотация. С позиций взаимосвязи триботехнических и структурных характеристик конструкционных материалов показана триботехническая эффективность покрытий на основе меди на сталях разного состава в условиях тяжело нагруженного контакта. Оценены потери на износ пар трения сталь – сталь с покрытиями из латуни, нанесенными фрикционным методом, медными покрытиями, нанесенными газотермическим методом, ионной имплантацией и покрытиями пленкой меди, сформированной в среде металлоплакирующей смазки. Описан процесс формирования износостойкого структурного состояния.

Показано, что независимо от технологии поверхностного модифицирования медью или медным сплавом в зоне контактной деформации в результате самоорганизации структуры формируется вторичный модифицированный микрообъем с характерной износостойкой композиционной структурой. Реализация композиционной структуры зоны деформации при трении, структурно-чувствительные свойства материала которой подчиняются правилу положительного градиента механических свойств, обеспечивает повышение долговечности тяжело нагруженных пар трения.

Ключевые слова: износ, структура, поверхностные слои, модифицирование, медные сплавы, покрытия, смазочные среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дьячкова Л.Н., Фельдштейн Е.З., Витязь П.А., Блох Б.М., Воронежская Л.Я. Влияние содержания меди на трибологические характеристики композитов Fe-C-Cu // Трение и износ. 2018. Т. 39. № 1. С.5-10.
2. Шелех В.К., Леванцевич М.А., Филиппчук К.В., Дема Р.Р. Исследование работоспособности медных покрытий, сформированных методами гальванического осаждения и деформационного плакирования гибким инструментом // Трение и износ. 2018. Т. 39. № 1. С.11-17.
3. Сачек Б.Я., Мерзин А.М., Архипов В.Е., Лондарский А.Ф. Модифицирование поверхности трибосопряжений напылением металлических покрытий для повышения фреттингостойкости // Трение и износ. 2018. Т. 39. № 4. С.376-381.
4. Потапов Г.К., Балабанов В.И. Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) гильз цилиндров и шеек коленчатых валов двигателей //Эффект безызносности и триботехнологии. 1994. №3 – 4. С.48 – 53.
5. Саврай Р., Малышина И.Ю., Макаров А.В., Осинцева А.Л., Роговая С.А., Колобылин Ю.М. Влияние лазерного легирования порошковыми смесями Cu-Zn-Ti и Si-Cu на структуру и свойства литейного алюминиевого сплава // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). 2019. Т. 21. № 4. С.70-84.
6. Михайлов В.В., Агафий В.И., Янакевич А.И. Опыт применения электроискрового легирования для повышения износостойкости пар трения из нержавеющей стали X18H9T // Труды ГОСНИТИ. 2013. Т. 111. № 2. С.63-65.
7. Кужаров А.С., Бурлакова В.Э., Задошенко Е.Г., Кужаров А.А., Бурлов А.С., Ураев А.И., Кравчик К., Гарновский А.Д. Триботехнические возможности координационных соединений меди при трении бронзы по стали // Трение и износ. 2005. Т. 26. № 6. С.628-637.
8. Савенко В.И., Щукин Е.Д. О соотношениях между феноменологическими и структурными критериями работы узлов трения // Трение и износ. 1987. Т. 8, № 4. С.581-589.
9. Савенко В.И., Щукин Е.Д. Об остаточных напряжениях, возникающих в упруго-пластичных материалах, деформированных в активных редах. Одноосное напряженное состояние // ФХММ. 1987. №2. С.110-112.
10. Куксенова Л.И., Поляков С.А. Формирование динамической структуры поверхностных слоев материалов сопряжений скольжения в различных смазочных средах // МиТОМ. 2019. №11. С.39-43.
11. Куксенова Л.И., Мамыкин С.М. Структура и свойства поверхностного слоя стали, сформированного металлоплакирующим смазочным материалом, и его влияние на характеристики сопряжения // Сб.трудов V междисциплинарного научного форума с международным участием «Новые материалы и перспективные технологии». М.: ООО «Вуки Веди». 2019. Т. II. С.109-113.
12. Куксенова Л.И., Рыбакова Л.М., Вячеславова Л.А., Дякин С.И., Титов В.В., Филатова Т.П. Повышение работоспособности тяжело нагруженных пар трения типа вал-втулка при использовании смазочного материала Атланта // Вектник машиностроения. 1988. № 7. С.11-16.
13. Архипов В.Е., Лондарский А.Ф., Пугачев М.С., Поляков А.Н., Широкова Н.В., Хренникова И.А., Куксенова Л.И. Применение покрытий, полученных газодинамическим напылением, для узлов трения // Материалы 4-ой Международной научно-технической конференции, посвященной 80-летию ИМАШ РАН «Живучесть и конструкционное материаловедение Живком-2018». ИМАШ РАН. 2018. С.38-40.
14. Ягодкин Ю.Д. Ионно-лучевая обработка металлов и сплавов. Итоги науки и техники (металловедение и термическая обработка). М.: ВИНТИ. 1990. Т 24. С.167-221.
15. Куксенова Л.И., Козлов Д.А. Триботехнические свойства бронзовых покрытий, нанесенных на конструкционную сталь электроискровым легированием /Труды XXI Международной научно-практической конференции «Металлургия: технологии, инновации, качество. Metallurgy – 2019». Новокузнецк. Изд-во ЦКНТР. СибГИУ. 2019. Ч.2. С. 294 – 300.

Куксенова Лидия Ивановна

Институт Машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва
 Профессор, доктор технических наук, главный научный сотрудник, зав.лабораторией
 Т
 Е

Козлов Дмитрий Александрович

Институт Машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва
 Кандидат технических наук, научный сотрудник
 Тел 8-499-135-60-79 (служ.), 8-916-823-58-39
 E-mail: koslov74@mail.ru

Совместитель – ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана»,
каф. Материаловедение, профессор.

Алексеева Мария Сергеевна

ВИАМ, г. Москва

Кандидат технических наук, ведущий научный
сотрудник

Тел. 8-915-340-33-86

E-mail: alekseeva_ms@list.ru

Совместитель – ИМАШ РАН им. А.А.Благодирова,
старший научный сотрудник

L.I. KUKSENOVA, D.A. KOZLOV, M.S. ALEKSEEVA

INFLUENCE OF THE STRUCTURE OF COPPER COATINGS ON THE PERFORMANCE OF HEAVY-LOADED STEEL FRICTION COUPLES

Abstract. *From the point of view of the relationship between the tribological and structural characteristics of structural materials, the tribological efficiency of copper-based coatings on steels of various compositions under conditions of heavily loaded contact is shown. The wear losses of steel-steel friction pairs with brass coatings applied by the friction method, copper coatings applied by the gas-thermal method, ion implantation and coatings with a copper film formed in the medium of metal-cladding lubricant are estimated. The process of formation of a wear-resistant structural state is described. It is shown that, regardless of the technology of surface modification with copper or a copper alloy, a secondary modified microvolume with a characteristic wear-resistant composite structure is formed in the contact deformation zone as a result of structure self-organization. The implementation of the compositional structure of the deformation zone during friction, the structure-sensitive properties of the material of which obey the rule of a positive gradient of mechanical properties, provides an increase in the durability of heavily loaded friction pairs.*

Keywords: *wear, structure, surface layers, modification, copper alloys, coatings, lubricating media.*

BIBLIOGRAPHY

1. Dyachkova L.N., Feldshteyn Ye.Z., Vityaz P.A., Blokh B.M., Voronetskaya L.Ya. Vliyaniye sodержaniya medi na tribologicheskiye kharakteristiki kompozitov Fe-C-Cu // Treniye i iznos. 2018. T. 39. № 1. S.5-10.
2. Shelekh V.K., Levantsevich M.A., Pilipchuk K.V., Dema R.R. Issledovaniye rabotosposobnosti mednykh pokryty, sformirovannykh metodami galvanicheskogo osazhdeniya i deformatsionnogo plakirovaniya gibkim instrumentom // Treniye i iznos. 2018. T. 39. № 1. S.11-17.
3. Sachek B.Ya., Merzin A.M., Arkhipov V.E., Londarsky A.F. Modifitsirovaniye poverkhnosti tribosopryazheny napyleniyem metallicheskih pokryty dlya povysheniya frettingostoykosti // Treniye i iznos. 2018. T. 39. № 4. S.376-381.
4. Potapov G.K., Balabanov V.I. Finishnaya antifriktsionnaya bezabrazivnaya obrabotka (FABO) gilz tsilindrov i sheyek kolenchatykh valov dvigateley //Effekt bezyznosnosti i tribotekhnologii. 1994. №3 – 4. S.48 – 53.
5. Savray R., Malyshina I.Yu., Makarov A.V., Osintseva A.L., Rogovaya S.A., Kolobylin Yu.M. Vliyaniye lazernogo legirovaniya poroshkovymi smesyami Cu-Zn-Ti i Si-Cu na strukturu i svoystva liteynogo alyuminiyevogo splava // Obrabotka metallov (tekhnologiya, oborudovaniye, instrumenty). 2019. T. 21. № 4. S.70-84.
6. Mikhaylov V.V., Agafy V.I., Yanakevich A.I. Opyt primeneniya elektroiskrovogo legirovaniya dlya povysheniya iznosostoykosti par treniya iz nerzhaveyushchey stali Kh18N9T // Trudy GOSNITI. 2013. T. 111. № 2. S.63-65.
7. Kuzharov A.S., Burlakova V.E., Zadoshenko Ye.G., Kuzharov A.A., Burlov A.S., Urayev A.I., Kravchik K., Garnovsky A.D. Tribotekhnicheskiye vozmozhnosti koordinatsionnykh soyedineniy medi pri trenii bronzy po stali // Treniye i iznos. 2005. T. 26. № 6. S.628-637.
8. Savenko V.I., Shchukin Ye.D. O sootnosheniyyakh mezhdru fenomenologicheskimi i strukturnymi kriteriyami raboty uzlov treniya // Treniye i iznos. 1987. T. 8, № 4. S.581-589.
9. Savenko V.I., Shchukin Ye.D. Ob ostatochnykh napryazheniyakh, vznikayushchikh v uprugoplastichnykh materialakh, deformirovannykh v aktivnykh redakh. Odnosnoye napryazhennoye sostoyaniye // FKhMM. 1987. №2. S.110-112.
10. Kuksenova L.I., Polyakov S.A. Formirovaniye dinamicheskoy struktury poverkhnostnykh sloyev materialov sopryazheny skolzheniya v razlichnykh smazochnykh sredakh // MiTOM. 2019. №11. S.39-43.
11. Kuksenova L.I., Mamykin S.M. Struktura i svoystva poverkhnostnogo sloya stali, sformirovannogo metalloplakiruyushchim smazochnym materialom, i ego vliyaniye na kharakteristiki sopryazheniya // Sb.trudov V mezhdistiplinarnogo nauchnogo foruma s mezhdunarodnym uchastiyem «Novye materialy i perspektivnye tekhnologii». M.: OOO «Vuki Vedi». 2019. T. II. S.109-113.
12. Kuksenova L.I., Rybakova L.M., Vyacheslavova L.A., Dyakin S.I., Titov V.V., Filatova T.P. Povysheniye

rabotosposobnosti tyazhelonagruzhennykh par treniya tipa val-vtulka pri ispolzovanii smazochnogo materiala Atlanta // Vektnik mashinostroyeniya. 1988. № 7. S.11-16.

13. Arkhipov V.E., Londarsky A.F., Pugachev M.S., Polyakov A.N., Shirokova N.V., Khrennikova I.A., Kuksenova L.I. Primeneniye pokryty, poluchennykh gazodinamicheskimi napryleniyem, dlya uzlov treniya // Materialy 4-oy Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, posvyashchennoy 80-letiyu IMASH RAN «Zhivuchest i konstruktsionnoye materialovedeniye Zhivkom-2018». IMASH RAN. 2018. S.38-40.

14. Yagodkin Yu.D. Ionno-luchevaya obrabotka metallov i splavov. Itogi nauki i tekhniki (metallovedeniye i termicheskaya obrabotka). M.: VINITI. 1990. T 24. S.167-221.

15. Kuksenova L.I., Kozlov D.A. Tribotekhnicheskiye svoystva bronzovykh pokryty, nanesennykh na konstruktsionnyuyu stal elektroiskrovym legirovaniyem /Trudy KhKhI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Metallurgiya: tekhnologii, innovatsii, kachestvo. Metallurgiya – 2019». Novokuznetsk. Izd-vo TsKNTR. SibGIU. 2019. Ch.2. S. 294 – 300.

Kuksenova Lydia Ivanovna

Institute of Mechanical Engineering, named after A.A. Blagonravova RAS, Moscow
Chief Scientific Associate, Head of Laboratory
Doctor of Technical Sciences, Professor
Specialty - materials science in mechanical engineering, friction and wear in machines.
Tel. 8-499-135-89-16 (office), 8-910-426-08-56.
E-mail: lkukc@mail.ru
Part-time worker - MSTU im. N.E. Bauman, department.
Materials science, professor.

Kozlov Dmitry Alexandrovich

Institute of Mechanical Engineering named after A.A. Blagonravov RAS, researcher, Ph.D., Moscow
Candidate of Technical Sciences, Researcher
Specialty – materials science in mechanical engineering.
Tel. 8-499-135-60-79 (office), 8-916-823-58-39.
E-mail: koslov74@mail.ru

Alekseeva Maria Sergeevna

VIAM, Moscow
Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher
Leading researcher Specialty – materials science in mechanical engineering
Tel. 8-915-340-33-86.
E-mail: alekseeva_ms@list.ru
Part-time worker - IMASH RAS named after A.A. Blagonravov, senior researcher

© Куксенова Л.И., Козлов Д.А., Алексеева М.С., 2022

УДК 621.923

DOI: 10.33979/2073-7408-2022-354-4-161-166

А.В. НЕМЕНКО, М.М. НИКИТИН

ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ ПРИ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЛИРОВАНИЕМ

Аннотация. Предложена методика оценки показателей функциональной надежности при финишной обработке поверхности с помощью шлифования и полирования. Технологический процесс характеризуется обобщенным контрольным показателем, который рассматривается как нестационарная случайная величина, у которой математическое ожидание сечений задается с помощью степенного ряда, а в остальном сечения являются одинаково распределенными случайными величинами. Предложен алгоритм асимптотической оценки процесса на больших интервалах времени, с помощью чего получены формулы для таких показателей как вероятность и среднее время безотказной работы процесса, рассматриваемого как невозстанавливаемая система, а также его коэффициент готовности. Достоверность методики может быть обеспечена сбором данных относящихся к исследуемому технологическому процессу.

Ключевые слова: функциональная надежность, финишная обработка, полирование, нестационарный процесс, коэффициент готовности, время безотказной работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проников А.С. Технологическая надежность станков/А.С. Проников и др.//М.: Машиностроение, 1971. – 344с.
2. Каширин В.И. Основы формообразования оптических поверхностей: курс лекций/В.И. Каширин//Екатеринбург: ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет – УПИ», 2006 – 284с.

3. Альперович Т.А. Конструкции шлифовальных станков/А.Т.Альперович, К.Н. Константинов, А.Я. Шапиро// М.: Высшая школа, 1989. – 288 с.
4. Ушаков И.А. Курс теории надежности систем/И.А. Ушаков//М.: Дрофа, 2008 – 242 с.
5. Вентцель Е.С. Теория случайных процессов и её инженерные приложения//Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров//М.: Высшая школа, 2000 – 383 с.
6. Ширяев А.Н. Вероятность. Т.1/А.Н. Ширяев//М.:МЦНМО, 2007 – 552 с.
7. Hoskins R. Delta Functions: Introduction to Generalised Functions, 2nd edition. – Woodhead Publishing, 2009. – 280 pages.
8. Feller W. An Introduction to Probability Theory and Its Applications. Volume 2 – Wiley,1971 – 704p.
9. Неменко А.В. Прикладные вопросы оценки технического состояния судовых механических систем/А.В. Неменко, М.М. Никитин – М.: Инфра-М, 2017 – 174с.
10. Ross S.M. Introduction to Probability Models, 10-th edition – Academic Press, 2009. – 801 p.

Неменко Александра Васильевна

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

Никитин Михаил Михайлович

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

A.V. NEMENKO, M.M. NIKITIN

ESTIMATES OF FUNCTIONAL RELIABILITY IN FINISHING BY POLISHING

Abstract. *A technique for evaluating the functional reliability indicators during surface finishing by grinding and polishing is proposed. The technological process is characterized by a generalized control indicator, which is considered as a non-stationary random variable, in which the mathematical expectation of the sections is given using a power series, and otherwise the sections are equally distributed random variables. An algorithm for asymptotic evaluation of the process over long time intervals is proposed, with the help of which formulas are obtained for such indicators as the probability and mean time of failure-free operation of the process, considered as a non-recoverable system, as well as its availability factor. The reliability of the methodology can be ensured by collecting data related to the process under study.*

Keywords: *functional reliability, finishing, polishing, non-stationary process, availability coefficient, time to failure.*

BIBLIOGRAPHY

1. Pronikov A.S. Tehnologicheskaja nadezhnost stankov/A.S. Pronikov i dr.//М.: Mashinostroenie, 1971. – 344s.
2. Kashirin V.I. Osnovy formoobrazovaniya opticheskikh poverhnostej: kurs lekcij/V.I. Kashirin//Ekaterinburg: GOU VPO «Uralskij gosudarstvennyj tehnikeskij universitet – UPI», 2006 – 284s.
3. Alperovich T.A. Konstrukcii shlifovalnyh stankov/A.T.Alperovich, K.N. Konstantinov, A.Ja. Shapiro// М.: Vysshaja shkola, 1989. – 288 s.
4. Ushakov I.A. Kurs teorii nadezhnosti sistem/I.A. Ushakov//М.: Дрофа, 2008 – 242 с.
5. Ventcel E.S. Teorija sluchajnyh processov i ejo inzhenernye prilozhenija//E.S. Ventcel, L.A. Ovcharov//М.: Vysshaja shkola, 2000 – 383 s.
6. Shirjaev A.N. Verojatnost. T.1/A.N. Shirjaev//М.:MCNMO, 2007 – 552 s.
7. Hoskins R. Delta Functions: Introduction to Generalised Functions, 2nd edition. – Woodhead Publishing, 2009. – 280 pages.
8. Feller W. An Introduction to Probability Theory and Its Applications. Volume 2 – Wiley,1971 – 704p.
9. Nemenko A.V. Prikladnye voprosy ocenki tehnikeskogo sostojanija sudovyh mehanicheskikh sistem/A.V. Nemenko, M.M. Nikitin – М.: Infra-M, 2017 – 174s.
10. Ross S.M. Introduction to Probability Models, 10-th edition – Academic Press, 2009. – 801 p.

Nemenko Alexandra Vasilyevna

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

Mikhail Mikhailovich Nikitin

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

А.С. ДУДАРЕВ, Е.В. НЕЧАЕВА

РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА АКТИВНЫХ РЕЖУЩИХ ЗЁРЕН НА РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ АЛМАЗНОГО ИНСТРУМЕНТА

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос расчёта количества алмазных зёрен в рабочем слое алмазно-абразивного режущего инструмента. Число зёрен в конструкторской документации не задаётся, задаются лишь параметры геометрически не определенных режущих кромок и характеристики алмазосодержащего слоя, такие как, тип алмазного или абразивного порошка, его размеры (зернистость), концентрация, заросленность алмазного слоя. Вместе с тем, количество зёрен играет важнейшую роль при расчёте износа инструмента, расчёте силовых характеристик, при изготовлении режущего инструмента позволяет спрогнозировать расход алмазно-абразивного порошка, а также срок службы инструмента. Рассмотрены четыре метода, разных авторов. В качестве примера были посчитаны по разным методикам числа зёрен на концевых алмазных фрезах, диаметром 12 мм, приведены данные снятые с натуры.

Ключевые слова: режущий инструмент, фреза, зерно, алмаз, алмазно-абразивная обработка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байкалов А.К. Введение в теорию шлифования. Киев: Наукова Думка, 1978. – 207 с.
2. Маслов Е.Н. Теория шлифования материалов / Е.Н. Маслов. – М.: Машиностроение, 1974 – 320 с.
3. Бальков А.В. Алмазное сверление отверстий в деталях из хрупких неметаллических материалов. – М.: Наука и технологии, 2003. – 187 с.
4. Новиков Н.В. Инструменты из сверхтвёрдых материалов, под ред. Н.В. Новикова. – М.: Машиностроение, 2005. – 555 с.
5. Новосёлов Ю.К. Динамика формообразования поверхностей при абразивной обработке. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2012. – 304 с.
6. Грабченко А. И. Расширение технологических возможностей алмазного шлифования. Харьков: Вища шк., 1985. – 184 с.
7. Степанов Ю. С., Гусев В.Г., Афанасьев Б.И. Дискретное внутреннее шлифование. М.: Машиностроение, 2004. – 189 с.
8. Редько С.Г. Расположение абразивных зёрен на рабочей поверхности шлифовального круга // Станки и инструмент. – 1970. – № 5, С. 34- 48.
9. Прудников Е.Л., Гаманюк М.П., Кабыш О.А. Методика расчёта количества зёрен в однослойном алмазно-гальваническом покрытии // Синтетические алмазы. – 1976. – №4. – С. 27-30.
10. Волчкова Е. А., Осипов А. П. Определение количества режущих зёрен в объёме абразивного инструмента теоретико-экспериментальным методом // «Наука XXI века: новый подход»: Материалы VI молодёжной международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных 27-28 мая 2013 г., г. Санкт-Петербург. – С.-Петербург, 2013. – С. 30-33.
11. Ишполитов Г.М. Абразивно-алмазная обработка. М.: Машиностроение, 1969 – 334 с.
12. Антропов Л.И., Лебединский Ю.Н. Композиционные электрохимические покрытия и материалы. Киев: Техника, 1986. – 200 с.
13. Рубец А.А. Способ определения режущей способности алмазного инструмента с однослойным алмазно-гальваническим покрытием. М.: изд-во МГТУ «Станкин», 2011 – С. 40 – 43.
14. Васильева М.И., Шарин П.П., Винокуров Г.Г., Федоров М.В. Количественная оценка содержания алмазных частиц на рабочей поверхности алмазного сверла // Наука и образование, 2017, №4. С. 88-92.
15. Новиков Н.В., Никитин Ю.И., Петасюк Г.А. Компьютерное диагностическое сито для идентификации зернистости и зернового состава микроскопических проб алмазных шлифпорошков. // Сверхтвёрдые материалы. - 2003. - №3. - С.71-83
16. Патент 2422261 РФ. Способ определения количества активных зёрен в абразивном композиционном материале / Сафонова М. Н., Сыромятникова А. С., Шиц Е.Ю. Опубл. 27.06.2011 Бюл. № 18

Дударев Александр Сергеевич

Нечаева Елизавета

ФГАОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический университет», г.
Пермь
Кандидат технических наук, доцент каф. ИТМ
614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский
проспект, 29
Тел. 8 (342) 2198-236
E-mail: dudarev@pstu.ru

ФГАОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический университет», г.
Пермь
Студент 1 курса магистратуры, каф. ИТМ
614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский
проспект, 29
Тел.: +79824558177
E-mail: nechaeva_liza@mail.ru

A.S. DUDAREV, E.V. NECHAEVA

CALCULATION OF THE NUMBER OF ACTIVE CUTTING GRAINS ON THE WORKING SURFACES OF DIAMOND TOOLS

Abstract. *The article considers the issue of calculating the number of diamond grains in the working layer of a diamond-abrasive cutting tool. The number of grains in the design documentation is not set, only the parameters of geometrically undefined cutting edges and the characteristics of the diamond-bearing layer, such as the type of diamond or abrasive powder, grain size, concentration, overgrowth of the diamond layer are set. At the same time, the number of grains plays an important role in calculating tool wear, calculating power characteristics, and in the manufacture of cutting tools, it allows predicting the consumption of diamond-abrasive powder, as well as tool life. Four methods by different authors are considered. As an example, the number of grains on the end diamond cutters with a diameter of 12 mm was calculated using different methods, data taken from nature are given.*

Keywords: *cutting tool, cutter, grain, diamond, diamond-abrasive processing.*

BIBLIOGRAPHY

1. Bajkalov A.K. Vvedenie v teoriyu shlifovaniya. Kiev: Naukova Dumka, 1978. – 207 s.
2. Maslov E.N. Teoriya shlifovaniya materialov / E.N. Maslov. – M.: Mashinostroenie, 1974 – 320 s.
3. Balykov A.V. Almaznoe sverlenie otverstij v detalyah iz hrupkih nemetallicheskih materialov. – M.: Nauka i tekhnologii, 2003. – 187 s.
4. Novikov N.V. Instrumenty iz sverhtvyordyh materialov, pod red. N.V. Novikova. – M.: Mashinostroenie, 2005. – 555 s.
5. Novosyolov YU.K. Dinamika formoobrazovaniya poverhnostej pri abrazivnoj obrabotke. – Sevastopol: Izd-vo SevNTU, 2012. – 304 s.
6. Grabchenko A. I. Rasshirenie tekhnologicheskikh vozmozhnostej almaznogo shlifovaniya. Harkov: Vishcha shk., 1985. – 184 s.
7. Stepanov YU. S., Gusev V.G., Afanasev B.I. Diskretnoe vnutrennee shlifovanie. M.: Mashinostroenie, 2004. – 189 s.
8. Redko S.G. Raspolzhenie abrazivnyh zeren na rabochej poverhnosti shlifovalnogo kruga // Stanki i instrument. – 1970. – № 5, S. 34- 48.
9. Prudnikov E.L., Gamanyuk M.P., Kabysh O.A. Metodika raschyota kolichestva zyoren v odnoslojnom almazno-galvanicheskom pokrytii // Sinteticheskie almazы. – 1976. – №4. – S. 27-30.
10. Volchkova E. A., Osipov A. P. Opredelenie kolichestva rezhushchih zyoren v ob"yome abrazivnogo instrumenta teoretiko-eksperimentalnym metodom//«Nauka XXI veka: novyj podhod»: Materialy VI molodyozhnoj mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchyonih 27-28 maya 2013 g., g. Sankt-Peterburg. – C.-Peterburg, 2013. – S. 30-33.
11. Ippolitov G.M. Abrazivno-almaznaya obrabotka. M.: Mashinostroenie, 1969 – 334 s.
12. Antropov L.I., Lebedinskij YU.N. Kompozicionnye elektrohimicheskie pokrytiya i materialy. Kiev: Tekhnika, 1986. – 200 s.
13. Rubec A.A. Sposob opredeleniya rezhushchej sposobnosti almaznogo instrumenta s odnoslojnym almazno-galvanicheskim pokrytiem. M.: izd-vo MGTU «Stankin», 2011 – S. 40 – 43.
14. Vasileva M.I., SHarin P.P., Vinokurov G.G., Fedorov M.V. Kolichestvennaya ocenka sodержaniya almaznyh chastic na rabochej poverhnosti almaznogo sverla// Nauka i obrazovanie, 2017, №4. S. 88-92.
15. Novikov N.V., Nikitin YU.I., Petasyuk G.A. Kompyuternoe diagnosticheskoe sito dlya identifikacii zernistosti i zernovogo sostava mikroskopicheskikh prob almaznyh shlifporoshkov. // Sverhtverdye materialy. - 2003. - №3. - S.71-83
16. Patent 2422261 RF. Sposob opredeleniya kolichestva aktivnyh zyoren v abrazivnom kompozicionnom materiale / Safonova M. N., Syromyatnikova A. S., SHic E.YU. Opubl. 27.06.2011 Byul. № 18

Dudarev Alexandr Sergeevich

"Perm National Research Polytechnics University"
(PNRPU), Perm
PhD in Engineering sciences, associate Professor of the
Department "Innovative engineering technologies"
29 Komsomolsky prospect, Perm, 614990
Ph.: 8 (342) 239-17-55
E-mail: dudarev@pstu.ru

Nechaeva Elizaveta

"Perm National Research Polytechnics University"
(PNRPU), Perm
PhD student of the Department
"Innovative engineering technologies"
29 Komsomolsky prospect, Perm, 614990
Ph.: +79824558177
E-mail: nechaeva_liza@mail.ru

© Дударев А.С., Нечаева Е.В., 2022

УДК 681.5, 620.22

DOI: 10.33979/2073-7408-2022-354-4-175-180

М.С. ДЕНИСОВ, Д.И. ПЕТРЕШИН, П.А. ЧЕБОТАРЕВ, К.Е. ДАВЫДОВ, С.М. ПЕТУХОВА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ УПРАВЛЕНИЯ КРИСТАЛЛИЗАЦИЕЙ

Аннотация. Рассмотрена возможность использования давления для повышения устойчивости управления кристаллизацией во время литья металла. Результатом работы является найденная зависимость между скоростью охлаждения металла и характером изменения давления. В процессе работы акцентировано внимание на такие факторы, как диффузия и усадка, на их влияние на повышение и понижение устойчивости. Затронут и разобран вопрос касающийся возмущений влияющих на устойчивость управления кристаллизацией, таких как синергетические эффекты в сложных многокомпонентных металлических системах и различного рода отклонения при регулировании параметров привода наложения давления. При изучении обычной кристаллизации был сделан вывод о том, что с увеличением интенсивности охлаждения граница устойчивых состояний равновесия сдвигается в сторону больших переохлаждений.

Ключевые слова: кристаллизация, давление, автоматизация, изменение температуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Денисов М.С., Котов Г.А. Аппаратное, программное и алгоритмическое обеспечение системы управления гидропрессовым оборудованием. Автоматизация. Современные технологии. 2022. Т. 76. № 5. С. 236-240.
2. Judith Wewerka, Manfred Reichert, Robotic Process Automation - A Systematic Literature Review and Assessment Framework, Institute of Databases and Information Systems, Ulm University, Germany, 2020. 33 p.
3. Денисов М.С. Исследование нестационарных тепловых процессов в условиях литья с опрессовкой кристаллизующегося металла давлением. Вестник МГТУ "Станкин". 2021. № 4 (59). С. 35-40.
4. Korostelev V.F., Denisov M.S. Crystallization and rheological properties of alloys. В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk, Russia, 2020. С. 22019.
5. Ablesimov A.K., Yatskovsky V.S., Stability of automatic control systems, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, 2013. P. 54-59.
6. Самойлович Ю.А. Формирование слитка. М.: Металлургия, 1977. 160 с.
7. Денисов М.С. Автоматизированная система программного управления процессом наложения давления на жидкий и кристаллизующийся металл. Автоматизация. Современные технологии. 2020. Т. 74. № 5. С. 234-240.
8. Николине Г., Пригожин И. Познание сложного. М.: Мир, 1990. С. 281-300.
9. Коростелев В.Ф. Теория, технология и автоматизация литья с наложением давления. М.: Издательство "Новые технологии" 2004, 224 с.:ил.
10. Штамповка жидкого металла: Литье с кристаллизацией под давлением / А.И. Батышев, Е.М. Базилевский, В.И. Бобров и др.; Под ред. А.И. Батышева. - Москва: Машиностроение, 1979. - 200 с.: ил.; 22 см.

Денисов Максим Сергеевич

ВлГУ, г. Владимир
Кандидат технических наук, доцент
Россия, Владимир, улица Горького, 87
Тел. +7 915 798-28-74
E-mail: denisovmaxim90@mail.ru

Петрешин Дмитрий Иванович

БГТУ. г. Брянск
Доктор технических наук, профессор
Россия, Брянск, бульвар 50 лет Октября, 7
Тел. +7 910 293-62-96
E-mail: dipetreshin@yandex.ru

Чеботарев Петр Александрович
ВлГУ, г. Владимир
Студент
Россия, Владимир, улица Горького, 87
Тел. +7 905 145-98-38
E-mail: chebanoid@gmail.com

Давыдов Кирилл Евгеньевич
ВлГУ г. Владимир
Студент
Россия, Владимир, улица Горького, 87
Тел. +7 901 194-51-52
E-mail: k.davidov0@yandex.ru

Петухова Софья Максимовна
ВлГУ г. Владимир
Студент
Россия, Владимир, улица Горького, 87
Тел. +7 920 920-93-07
E-mail: sofya.petukhova.01@mail.ru

M.S. DENISOV, D.I. PETRESHIN, P.A. CHEBOTAREV, K.E. DAVYDOV, S.M. PETUKHOVA

USING PRESSURE TO INCREASE THE STABILITY OF CRYSTALLIZATION CONTROL

Abstract. *The possibility of using pressure to increase the stability of crystallization control during metal casting is considered. The result of the work is the found dependence between the cooling rate of the metal and the nature of the pressure change. In the course of the work, attention is focused on such factors as diffusion and shrinkage, their influence on increasing and decreasing stability. The question concerning disturbances affecting the stability of crystallization control, such as synergetic effects in complex multicomponent metal systems and various kinds of shutdowns when regulating the parameters of the pressure superposition drive, is touched upon and analyzed. When studying conventional crystallization, it was concluded that with an increase in the cooling intensity, the boundary of stable equilibrium states shifts towards large supercooling.*

Keywords: *crystallization, pressure, automation, temperature change.*

BIBLIOGRAPHY

1. Denisov M.S., Kotov G.A. Apparatoe, programmnoe i algoritmicheskoe obespechenie sistemy upravleniya gidropressovym oborudovaniem. Avtomatizatsiya. Sovremennye tekhnologii. 2022. T. 76. № 5. S. 236-240.
2. Judith Wewerka, Manfred Reichert, Robotic Process Automation - A Systematic Literature Review and Assessment Framework, Institute of Databases and Information Systems, Ulm University, Germany, 2020. 33 p.
3. Denisov M.S. Issledovanie nestatsionarnykh teplovykh protsessov v usloviyakh litya s opressovkoi kristallizuyushchegosya metalla davleniem. Vestnik MGTU "Stankin". 2021. № 4 (59). S. 35-40.
4. Korostelev V.F., Denisov M.S. Crystallization and rheological properties of alloys. V sbornike: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk, Russia, 2020. S. 22019.
5. Ablesimov A.K., Yatskovsky V.S., Stability of automatic control systems, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, 2013. P. 54-59.
6. Samoilovich Yu.A. Formirovanie slitka. M.: Metallurgiya, 1977. 160 s.
7. Denisov M.S. Avtomatizirovannaya sistema programmnoho upravleniya protsessom nalozheniya davleniya na zhidkii i kristallizuyushchiysya metall. Avtomatizatsiya. Sovremennye tekhnologii. 2020. T. 74. № 5. S. 234-240.
8. Nikolie G., Prigozhin I. Poznanie slozhnogo. M.: Mir, 1990. S. 281-300.
9. Korostelev V.F. Teoriya, tekhnologiya i avtomatizatsiya litya s nalozheniem davleniya. M.: Izdatelstvo "Novye tekhnologii" 2004, 224 s.:il.
10. Shtampovka zhidkogo metalla: Lite s kristallizatsiei pod davleniem / A.I. Batyshev, E.M. Bazilevskii, V.I. Bobrov i dr.; Pod red. A.I. Batysheva. - Moskva: Mashinostroenie, 1979. - 200 s.: il; 22 sm.

Denisov Maxim Sergeevich
VISU, Vladimir
Candidate of Technical Sciences, Docent
Russia, Vladimir, Gorky Street, 87
Ph.: +7 915 798-28-74
E-mail: denisovmaxim90@mail.ru

Petreshin Dmitry Ivanovich
BSTU. Bryansk
Doctor of Technical Sciences, Professor
Russia, Bryansk, 50 let Oktyabrya Boulevard, 7
Ph.: +7 910 293-62-96
E-mail: dipetreshin@yandex.ru

Chebotarev Petr Alexandrovich
VISU, Vladimir
Student
Russia, Vladimir, Gorky Street, 87
Ph.: +7 905 145-98-38
E-mail: chebanoid@gmail.com

Davydov Kirill Evgenievich
VISU, Vladimir
Student
Russia, Vladimir, Gorky Street, 87
Ph.: +7 901 194-51-52
E-mail: k.davidov0@yandex.ru

Petukhova Sofya Maksimovna
VISU, Vladimir
Student
Russia, Vladimir, Gorky Street, 87
Ph.: +7 920 920-93-07
E-mail: sofya.petukhova.01@mail.ru

© Денисов М.С., Петрешин Д.И., Чеботарев П.А., Давыдов К.Е., Петухова С.М., 2022

УДК 621.941

DOI: 10.33979/2073-7408-2022-354-4-181-184

А.А. ВОЖЖОВ

К ВОПРОСУ О КОЛЕБАНИЯХ ИНСТРУМЕНТА ПРИ ТОЧЕНИИ С ОППОЗИТНЫМ РАЗМЕЩЕНИЕМ РЕЗЦОВ

Аннотация. Рассмотрены колебания для случая двухрезцового фасонного точения с оппозитным размещением резцов. Рассмотрена неустойчивая форма колебаний системы резец – заготовка в процессе точения. Представлены зависимости позволяющие оценить величины колебаний при обработке. Приведено решение предложенной задачи для конкретного случая, подтверждающего теоретические предположения.

Ключевые слова: двухрезцовое точение, коллектор, фасонная поверхность, колебания, качество поверхности, точность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вейц З.Л. Вынужденные колебания в металлорежущих станках / З.Л. Вейц, В.К. Дондошанский, В.И. Чиряев. – М. – Л.: Машгиз, 1959. – 288 с.
2. Маталин А.А. Влияние вибраций системы СПИД и неравномерности припуска заготовки на качество поверхности при тонком растачивании / А.А. Маталин, К.В. Ломакин. – В кн.: Передовая технология и автоматизация управления процессами обработки деталей машин. – Л.: Машиностроение, 1970. - С.219- 225.
3. Соломенцев Ю.М. Адаптивное управление технологическими процессами / Ю.М. Соломенцев, В.Г. Митрофанов, С.П. Протопопов и др. М.: Машиностроение, 1980. - 536 с.
4. Вожжов А.А. Моделирование процесса двухрезцового точения фасонных поверхностей / А.А. Вожжов., Е.В. Пашков. – «Наукоёмкие технологии в машиностроении», ежемесячный научно-технический и производственный журнал, ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», 2017. – №6(72) С.25-30
5. Соколовский А.П. Расчеты точности обработки на металлорежущих станках. – М. – Л.: Машгиз, 1952. – 288 с.

Вожжов Андрей Анатольевич
ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет, г. Севастополь,
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Приборные системы и автоматизация технологических процессов»,
e-mail: AAVozhzhov@sevsu.ru

А.А. VOZHZHOV

FOR ON THE QUESTION OF TOOL VIBRATIONS DURING TURNING WITH OPPOSITE CUTTER PLACEMENT

Abstract. Oscillations are considered for the case of two-cutter shaped turning with opposite placement of cutters. An unstable form of vibrations of the system cutter - workpiece in the process of turning is considered. Dependences are presented that allow estimating the magnitude of fluctuations during processing. The solution of the proposed problem for a specific case, which confirms the theoretical assumptions, is given.

Keywords: Water desalination technologies, vacuum distillation, chamber, pressure, distillate vapor separation.

BIBLIOGRAPHY

1. Veyts Z.L. Vyinuzhdennyye kolebaniya v metallorezhuschih stankah / Z.L. Veyts, V.K. Dondoshanskiy, V.I. Chiryayev. – М. – Л.: Mashgiz, 1959. – 288 s.
2. Matalin A.A. Vliyanie vibratsiy sistemy SPID i neravnomernosti pripuska zagotovki na kachestvo poverhnosti pri tonkom rastachivanii / A.A. Matalin, K.V. Lomakin. – В кн.: Peredovaya tehnologiya i avtomatizatsiya upravleniya protsessami obrabotki detaley mashin. – Л.: Mashinostroenie, 1970. – S.219- 225.
3. Solomentsev Yu.M. Adaptivnoe upravlenie tehnologicheskimi protsessami / Yu.M. Solomentsev, V.G. Mitrofanov, S.P. Protopopov i dr. М.: Mashinostroenie, 1980. - 536 s.
4. Vozhzhov A.A. Modelirovanie protsessa dvuzhiznennogo tocheniya fazonnykh poverhnostey / A.A. Vozhzhov., E.V. Pashkov. – «Nauchnoye tekhnologii v mashinostroenii», ezhesyachnyy nauchno-tehnicheskiy i proizvodstvennyy zhurnal, FGBOU VO «Bryanskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiy universitet», 2017. – #6(72) S.25-30
5. Sokolovskiy A.P. Raschety tochnosti obrabotki na metallorezhuschih stankah. – М. – Л.: Mashgiz, 1952. – 288 s.

Vozhzhov Andrey Anatolyevich

Sevastopol State University, Sevastopol, Russia,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Instrument systems and automation of technological processes",

e-mail: AAVozhzhov@sevsu.ru

© Вождов А.А., 2022

УДК 12.621.791

DOI: 10.33979/2073-7408-2022-354-4-185-193

А.Ф. ТРЕТЬЯКОВ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

Аннотация. *Металлические пористые материалы (ПМ) отличаются значительным разнообразием типов структурообразующих элементов и технологических процессов их изготовления. Создание технологий получения изделий с заданными свойствами выполнено на основе явления технологической наследственности. Основной принцип моделирования пористых структур состоит в том, что сложный реальный объект заменяют геометрической моделью, доступной для математического моделирования. Приведена блок-схема проектирования технологических процессов изготовления штампованных изделий из ПМ с заданными свойствами. Разработанная методика реализована при создании бескаркасных фильтров со сферическими фильтроэлементами из пористых сетчатых материалов для очистки жидкостей и газов от механических загрязнений. Результаты стендовых испытания показали, что изготовленные штампованные фильтры обеспечивают требуемую тонкость очистки при максимальной площади фильтрации и заданных расходных характеристиках фильтруемой среды.*

Ключевые слова. *металлические пористые сетчатые материалы, тканые проволочные сетки, проектирование, технологический процесс, технологическая наследственность, моделирование пористой структуры, штампованное изделие, фильтр, тонкость очистки.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белов С.В., ред. Пористые проницаемые материалы: Справочник. Москва, Металлургия, 1987. 338 с.
2. Sparks T., Chase G. Filters and Filtration. Handbook. Elsevier, 2013. 444p.
3. Пелевин Ф.В., Аврамов Н.И., Орлин С.А., Синцов А.Л. Эффективность теплообмена в пористых элементах конструкций жидкостных ракетных двигателей. Инженерный журнал: наука и инновации, 2013, вып. 4.
4. URL: <http://engjournal.ru/catalog/machin/rocket/698.html> (дата обращения 20 марта 2016).
4. Xu G., Liu Y., Luo X., Ma J., Li H. Experimental investigation of transpiration cooling for sintered woven wire mesh structures. International Journal of Heat and Mass Transfer, 2015, vol. 91, pp. 898–907.
5. Зейгарник Ю.А., Поляков А.Ф., Стратьев В.К., Третьяков А.Ф., Шехтер Ю.Л. Испытания пористого сетчатого материала в качестве оболочки лопаток высокотемпературных газовых турбин. Москва, Препринт, ОИВТРАН, 2010, № 2-502, 64 с.
6. Bunker R.S. Gas turbine cooling. Moving from macro to micro cooling. Proceedings of the ASME Turbo Expo, 2013, 3 p.
7. Новиков Ю.М., Большаков В.А. Инженерная школа МГТУ им. Н.Э. Баумана: комбинированные пористые сетчатые материалы. Эффективные, безопасные и экологичные изделия на их основе. Безопасность жизнедеятельности, 2005, № 11, с. 53–56.

8. Третьяков А.Ф. Влияние конструкции и относительного обжатия брикета сеток в процессе консолидации на межслойную прочность пористых сетчатых материалов. Известия высших учебных заведений. Машиностроение, 2016, №11 (680), с. 3-13.

9. Дальский А.М., Базаров Б.Н., Васильев А.С. и др. Технологическая наследственность в машиностроительном производстве. М.: МАИ, 2000, 354с.

10. Третьяков А.Ф. Технологическая наследственность в процессе изготовления изделий из пористых сетчатых материалов с заданными свойствами. Сообщение 1. Влияние конструкции брикета сеток и относительного обжатия структурообразующих элементов на пористость листовых заготовок. Производство проката, 2013, № 5, с. 32–42.

11. Третьяков А.Ф. Технологическая наследственность в процессе изготовления изделий из пористых сетчатых материалов с заданными свойствами. Сообщение 2. Закономерности влияния пластической деформации и консолидации проволок сеток на технологические и теплофизические свойства пористых сетчатых материалов. Производство проката, 2013, № 6, с. 29–34.

Третьяков Анатолий Федорович

МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва

Доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии обработки материалов»

105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., 5, стр. 1

+7(499)267 0096, E-mail:

tretyarjv@bmmstu.ru

A.F. TRETYAKOV

DESIGN OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF MANUFACTURE OF PRODUCTS FROM METALLIC POROUS MATERIALS ON THE BASIS OF TECHNOLOGICAL HEREDITY

Abstract. *Metal porous materials are distinguished by a significant variety of types of structure-forming elements and technological processes for their manufacture. The creation of technologies for obtaining products with desired properties is based on the phenomenon of technological heredity. The basic principle of modeling porous structures is that a complex real object is replaced by a geometric model available for mathematical modeling. A block diagram of the design of technological processes for the manufacture of stamped and welded products from PM with specified properties is given. The developed technique was implemented in the creation of frameless filters with spherical filter elements made of porous mesh materials for purifying liquids and gases from mechanical impurities. The results of bench tests showed that the manufactured stamp-welded filters provide the required fineness of purification with a maximum filtration area and given flow characteristics of the filtered medium.*

On the basis of the developed methodology for designing technological processes for producing annular parts by compression, technological processes for manufacturing parts "Flange" and "Thrust ring" have been developed, which make it possible to increase the material utilization factor and reduce material consumption. A comparative analysis of material utilization factor in the manufacture of ring parts by punching and punching rings with punching and punching of an oval blank and subsequent compression.

Keywords: *metal porous mesh materials, woven wire meshes, design, technological process, technological heredity, porous structure modeling, stamped product, filter, fineness of cleaning.*

BIBLIOGRAPHY

1. Belov S.V., red. Poristyye pronitsayemyye materialy: Spravochnik. Moskva, Metallurgiya, 1987. 338 s.
2. Sparks T., Chase G. Filters and Filtration. Handbook. Elsevier, 2013. 444p.
3. Pelevin F.V., Avramov N.I., Orlin S.A., Sintsov A.L. Effektivnost' teploobmena v poristyykh elementakh konstruktsiy zhidkostnykh raketnykh dvigateley. Inzhenernyy zhurnal: nauka i innovatsii, 2013, vyp. 4. URL: <http://engjournal.ru/catalog/machin/rocket/698.html> (data obrashcheniya 20 marta 2016).
4. Xu G., Liu Y., Luo X., Ma J., Li H. Experimental investigation of transpiration cooling for sintered woven wire mesh structures. International Journal of Heat and Mass Transfer, 2015, vol. 91, pp. 898–907.
5. Zeygarnik YU.A., Polyakov A.F., Strat'yev V.K., Tret'yakov A.F., Shekhter YU.L. Ispytaniya poristogo setchatogo materiala v kachestve obolochki lopatok vysokotemperaturnykh gazovykh turbin. Moskva, Preprint, OIVTRAN, 2010, № 2-502, 64 s.
6. Bunker R.S. Gas turbine cooling. Moving from macro to micro cooling. Proceedings of the ASME Turbo Expo, 2013, 3 p.
7. Novikov YU.M., Bol'shakov V.A. Inzhenernayashkola MGTU im. N.E. Baumana: kombinirovannyye poristyye setchatyye materialy. Effektivnyye, bezopasnyye i ekologichnyye izdeliya na ikh osnove. Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti, 2005, № 11, с. 53–56.
8. Tret'yakov A.F. Vliyaniye konstruktsii i otositel'nogo obzhatiya briketa setok v protsesse konsolidatsii na mezhsloynuyu prochnost' poristyykh setchatyykh materialov. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Mashinostroyeniye, 2016, №11 (680), с. 3-13.

9. Dal'skiy A.M., Bazarov B.N., Vasil'yev A.S. i dr. Tekhnologicheskaya nasledstvennost' v mashinostroitel'nom proizvodstve. M.: MAI, 2000, 354s.

10. Tret'yakov A.F. Tekhnologicheskaya nasledstvennost' v protsesse izgotovleniya izdeliy iz poristyykh setchatykh materialov s zadannymi svoystvami. Soobshcheniye 1. Vliyaniye konstruktssii briketa setok i odnositel'nogo obzhatiya strukturoobrazuyushchikh elementov na poristost' listovykh zagotovok. Proizvodstvo prokata, 2013, № 5, с. 32–42.

11. Tret'yakov A.F. Tekhnologicheskaya nasledstvennost' v protsesse izgotovleniya izdeliy iz poristyykh setchatykh materialov s zadannymi svoystvami. Soobshcheniye 2. Zakonomernosti vliyaniya plasticheskoy deformatsii i konsolidatsii provolok setok na tekhnologicheskiye i teplofizicheskkiye svoystva poristyykh setchatykh materialov. Proizvodstvo prokata, 2013, № 6, с. 29–34.

Tret'yakov Anatoly Fyodorovich

Bauman Moscow State Technical University

Doctor of Tech. Science, Professor of Department «Technology of material working»

105005, Moscow, 2-ya Baumanskaya, 5

Tel.: +7 (499) 267-02-36

E-mail: tret'yarjv@bmstu.ru

© Третьяков А.Ф., 2022

УДК 621. 95.08

DOI: 10.33979/2073-7408-2022-354-4-194-199

А.В. ПОДВИНЦЕВ

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСЕВОЙ СИЛЫ И КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА ПРИ СВЕРЛЕНИИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос теоретического определения силовых факторов, а именно осевой силы и крутящего момента, возникающих при сверлении полимерных композиционных материалов. Осевая сила противодействует движению подачи. По ней рассчитывают на прочность детали механизма подачи сверлильного станка. Величина крутящего момента при сверлении имеет также важное значение, так как по этой величине подбирают мощность привода станочного оборудования, рассчитывают прочность режущего инструмента. Величины осевой силы, крутящего момента возможно получить разными подходами, например, в ходе трудоёмкого натурного эксперимента, эмпирически или аналитически. Для определения осевой силы и крутящего момента при сверлении полимерных композиционных материалов предлагается использовать аналитические выражения.

Ключевые слова: сверление, сверло, осевая сила, крутящий момент, полимерные композиционные материалы, углепластик, режущий инструмент, силы резания, режущая кромка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов. – М.: Машиностроение, 1975. – 344 с.
2. Виноградов А.А. Физические основы процесса сверления труднообрабатываемых металлов твердосплавными сверлами / А. А. Виноградов. — Киев: Наук. думка, 1985. — 263 с.
3. Дударев А.С., Ломаев В.И., Свищёв В.И. Теоретическое определение суммарных сил резания при сверлении полимерных композиционных материалов // Шлифабразив: Матер. научн.–техн. конф. - Волжский: ВИСТех (филиал) ВолгГАСУ «Югаолиграфиздат», 2007. С. 266-268.
4. Леонтьев В.Л. О конечно-элементном моделировании процесса сверления пластины// Системы управления авиастроительным предприятием 16-17 октября 2014: Материалы конференции. - Ульяновск, 2014. С. 1463-1466.
5. Илюшкин М.В., Марковцев В.А., Баранов А.С. Опыт применения инженерного анализа при разработке технологий обработки давлением и механообработки на АО «Ульяновский НИИТ»// Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 18, № 4(3), 2016 – с. 557-563.
6. Heisel, U.; Krivoruchko, D. V.; Zaloha, W. A.; Storchak, M.; Stehle, T.: Die FEM-Modellierung als moderner Ansatz zur Untersuchung von Zerspanprozessen. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Jg. 104 (2009), H. 7-8, S. 603–616.
7. V.A. Phadnis, F. Makhdum, A. Roy and V.V. Silberschmidt, Drilling in carbon/epoxy composites: Experimental investigations and finite element implementation, Composites Part A: Applied Science and Manufacturing 47 (2013), Pp. 41-51.
8. Дударев А.С., Подвинцев А.В. Определение крутящего момента при сверлении углепластика // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии, 2020, № 4-2. С. 33-39.
9. Langella A., Nele L., Maio A. A torque and thrust prediction model for drilling of composite materials//Composites Part A: Applied Science and Manufacturing. Vol. 36, Issue 1, January 2005, Pp. 83-93.

Подвинцев Александр Викторович

ФГБОУ ВО Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ПНИПУ), г. Пермь

Аспирант кафедры
«Инновационные технологии машиностроения»
614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29
Тел. 8 (342)219-82-36
E-mail: podvintsev_ktn@mail.ru

A.V. PODVINTSEV

ANALYTICAL DETERMINATION OF AXIAL FORCE AND TORQUE WHEN DRILLING POLYMER COMPOSITE MATERIALS

Abstract. *The article considers the issue of theoretical determination of force factors, namely axial force and torque, arising during drilling of polymer composite materials. The axial force counteracts the feed movement. According to it, the strength of the details of the feed mechanism of the drilling machine is calculated. The amount of torque during drilling is also important, since according to this value, the drive power of the machine equipment is selected, the strength of the cutting tool is calculated. The values of axial force and torque can be obtained by different approaches, for example, during a laborious field experiment, empirically or analytically. To determine the axial force and torque when drilling polymer composite materials, it is proposed to use analytical expressions.*

Keywords: *drilling, drill, axial force, torque, polymer composite materials, carbon fiber, cutting tool, cutting forces, cutting edge.*

BIBLIOGRAPHY

1. Bobrov V.F. Osnovy teorii rezaniya metallov. – M.: Mashinostroyeniye. 1975. – 344 s.
2. Vinogradov A.A. Fizicheskiye osnovy protsessa sverleniya trudnoobrabatyvayemykh metallov tverdospavnymi sverlami / A. A. Vinogradov. — Kiyev: Nauk. dumka. 1985. — 263 s.
3. Dudarev A.S. Lomayev V.I.. Svirshchev V.I. Teoreticheskoye opredeleniye summarnykh sil rezaniya pri sverlenii polimernykh kompozitsionnykh materialov // Shlifabraziv: Mater. nauchn.–tekhn. konf. - Volzhskiy: VISTekh (filial) VolgGASU «Yugaoligrafizdat». 2007. S. 266-268.
4. Leontyev V.L. O konechno-elementnom modelirovani protsessa sverleniya plastiny// Sistemy upravleniya aviastroitelnym predpriyatiyem 16-17 oktyabrya 2014: Materialy konferentsii. - Ulianovsk. 2014. S. 1463-1466.
5. Ilyushkin M.V.. Markovtsev V.A.. Baranov A.S. Opyt primeneniya inzhenernogo analiza pri razrabotke tekhnologiy obrabotki davleniyem i mekhanooobrabotki na AO “Ulianovskiy NIAT”// Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. t. 18. № 4(3). 2016 – s. 557-563.
6. Heisel, U.; Krivoruchko, D. V.; Zalloha, W. A.; Storchak, M.; Stehle, T.: Die FEM-Modellierung als moderner Ansatz zur Untersuchung von Zerspanprozessen. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Jg. 104 (2009), H. 7-8, S. 603–616.
7. V.A. Phadnis, F. Makhdum, A. Roy and V.V. Silberschmidt, Drilling in carbon/epoxy composites: Experimental investigations and finite element implementation, Composites Part A: Applied Science and Manufacturing 47 (2013), Pp. 41-51.
8. Dudarev A.S., Podvintsev A.V. Opredelenie krutyashchego momenta pri sverlenii ugleplastika // Fundamentalnye i prikladnye problemy tekhniki i tekhnologii, 2020, № 4-2. S. 33-39.
9. Langella A., Nele L., Maio A. A torque and thrust prediction model for drilling of composite materials//Composites Part A: Applied Science and Manufacturing. Vol. 36, Issue 1, January 2005, Pp. 83-93.

Podvintsev Aleksandr Victorovich

”Perm National Research Polytechnics University” (PNRPU), Perm
PhD student of the Department
”Innovative engineering technologies”
29 Komsomolsky prospect, Perm, 614990
Ph.: 8 (342)219-82-36
E-mail: podvintsev_ktn@mail.ru

© Подвинцев А.В., 2022

Адрес издателя:

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

Адрес редакции:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»
302030, Орловская область, г. Орел, ул. Московская, 34
+7 (905) 169 88 99

<https://oreluniver.ru/science/journal/fipptt>
E-mail: radsu@rambler.ru

Материалы статей печатаются в авторской редакции

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

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

Подписано в печать 20.08.2022 г.
Дата выхода в свет 26.08.2022 г.
Формат 70X108/16. Усл. печ. л. 12,5
Цена свободная. Тираж 1000 экз.
Заказ № 122

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