

Редакционный совет:

Пилпенко О.В. д-р техн. наук, проф.,
председатель
Голенков В.А. д-р техн. наук, проф.,
зам. председателя
Пузанкова Е.Н. д-р пед. наук, проф.,
зам. председателя
Ращенко С.Ю. д-р техн. наук, проф.,
зам. председателя
Борзенков М.И. канд. техн. наук, доц.,
секретарь
Астафичев П.А. д-р юрид. наук, проф.
Авдеев Ф.С. д-р пед. наук, проф.
Желтикова И.В. канд. фил. наук, доц.
Иванова Т.Н. д-р техн. наук, проф.
Зомитева Г.М. канд. экон. наук, доц.
Колчунов В.И. д-р техн. наук, проф.
Константинов И.С. д-р техн. наук, проф.
Косыкин А.В. д-р техн. наук, проф.
Новиков А.Н. д-р техн. наук, проф.
Попова Л.В. д-р экон. наук, проф.
Уварова В.И. канд. фил. наук, доц.

Редколлегия

Главный редактор

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

Члены редколлегии:

Бабичев А.П. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Бухач А. д-р техн. наук, проф. (Польша)
Вдовин С.И. д-р техн. наук, проф. (Россия)
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)
Зубчанинов В.Г. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Иванов Б.Р. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Киричек А.В. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Копылов Ю.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 Шенбо. канд. техн. наук, доц. (Китай)
Мирсалимов В.М. д-р физ.-мат. наук, проф.
(Азербайджан)
Мулюкин О.П. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Осадчий В.Я. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Пилпенко О.В. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Распопов В.Я. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Смоленцев В.П. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Старовойтов Э.И. д-р физ.-мат. наук, проф.
(Беларусь)
Степанов Ю.С. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Хейфец М.Л. д-р техн. наук, проф. (Беларусь)

Ответственный секретарь:

Гюхта А.В. канд. техн. наук

Адрес редакции

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

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

Подписной индекс 29504
по объединенному каталогу
«Пресса России»

© ОГУ имени И.С. Тургенева, 2017

Содержание

Колонка главного редактора

Приветственное слово и.о. ректора СевГУ В.Д. Нечаева 3

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

Секция «Теоретическая и прикладная механика»

Неменко А.В., Никитин М.М. Прогнозная оценка остаточного ресурса стана холодной прокатки труб 4
Самуйлов С.Д., Троицкий О.А. Новые методы получения пористых металлических
материалов с закрытой и открытой пористостью 12
Григоренко Г.Д., Евсюков С.А. Изготовление гибочных матриц послойным наплавлением полимера 17
Георгиевская Е.В. Влияние переходных процессов на надежность и ресурс мощных турбо-
и гидроагрегатов 22
Бохонский А.И., Майстришин М.М., Рыжков А.И. Оптимальность проектируемых
управлений перемещением объектов 31

Секция «Технологии и инструменты»

Лавриненко В.Ю., Шагалева Р.Р., Чуваев И.С. Исследование зависимости упругого пружинения при
гибке листовых заготовок от параметров бабы листоштамповочного молота с наполнителем 39
Богомолов Д.Ю., Порошин В.В., Порошин О.В. Адаптивный фильтр локальных дефектов
для контроля топографии поверхности элементов механических систем 44
Чемакина Т.Л., Сотникова Е.А. Грузовая система нефтеналивных судов 51
Гаршин А.Ю., Хромов Е.В. Исследование зависимости вероятности возникновения аварийной
ситуации с судовыми техническими средствами от условной вероятности неправильного
диагностирования их технического состояния 55
Овчинников В.В., Курбатова И.А., Лукьяненко Е.В., Якутина С.В. Исследование механизма
появления свободного углерода в поверхностном слое стали 30ХГСН2А при облучении
ионами меди и свинца 60

Теоретическая механика и ее приложения

Ле Тхи Тхань, Белая Л.А., Лавит И.М. Асимптотика напряженного состояния окрестности
кончика когезионной трещины 68
Каманин Ю.Н., Жуков М.И., Ределин Р.А., Паничкин А.В., Кравченко В.А. Математическая
модель процесса подъема груза с неизвестным положением центра тяжести траверсой с
передвижной проушиной 74
Жукаев А.И., Лопя И.В., Проскураев Н.Е. Оценка прочности трубопровода при ударном
росте давления 81

Механика деформируемого твердого тела, динамика и прочность

Баранов В.Л., Смирнов Н.П. Экспериментально-теоретическое определение параметров
феноменологической модели разрушения термоупруго-вязкопластических материалов 86
Сытин А.В., Кузавка А.В., Бабин А.Ю. Применение мехатронных модулей в роторных
системах с подшипниками скольжения 93
Морев П.Г., Капырин К.И., Татарченков Н.В., Грядунев И.М. К вопросу об упрочнении
материалов с линейной диаграммой сжатия 102

Машиностроительные технологии и оборудование

Журавлев Г.М., Гречишкин Е.А. Компьютерное моделирование процесса холодного обжатия
осесимметричной детали 107
Муравьев А.А., Тарапанов А.С., Шаблинская Т.Н. Выбор технологии формообразования
цилиндрических пластмассовых колес с круговыми зубьями 112
Лавриненко Ю.А. Требования к материалам и способы упрочнения пружин клапана
двигателей внутреннего сгорания 117

Приборы, биотехнические системы и технологии

Солдаткин В.В., Макаров Н.Н. Разработка и экспериментальные исследования системы воздушных
сигналов вертолета с неподвижным многофункциональным аэрометрическим приемником 125

Контроль, диагностика, испытания и управление качеством

Никитин А.В., Солдаткин В.М. Разработка и экспериментальные исследования системы
контроля параметров ветра на борту вертолета 134
Даев Ж.А. Измерение расхода жидкости с помощью перфорированного диска в качестве
первичного измерительного преобразователя 142

Editorial council

Pilipenko O.V. *Doc. Sc. Tech., Prof., president*
Golenkov V.A. *Doc. Sc. Tech., Prof., vice-president*
Puzankova E.N. *Doc. Sc. Ped., Prof., vice-president*
Radchenko S.Yu. *Doc. Sc. Tech., Prof., vice-president*
Borzenkov M.I. *Candidate Sc. Tech., Assistant Prof., secretary*
Astafichev P.A. *Doc. Sc. Law., Prof.*
Avdeev F.S. *Doc. Sc. Ped., Prof.*
Zheltikova I.V. *Doc. Sc. Phil., Prof.*
Ivanova T.I. *Doc. Sc. Tech., Prof.*
Zomiteva G.M. *Candidate Sc. Ec., Assistant Prof.*
Kolchunov V.I. *Doc. Sc. Tech., Prof.*
Konstantinov I.S. *Doc. Sc. Tech., Prof.*
Koskin A.V. *Doc. Sc. Tech., Prof.*
Novikov A.N. *Doc. Sc. Tech., Prof.*
Popova L.V. *Doc. Sc. Ec., Prof.*
Uvarova V.I. *Candidate Sc. Phil., Assistant Prof.*

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

Member of editorial board

Babichev A.P. *Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)*
Buchach A. *Doc. Sc. Tech., Prof. (Poland)*
Vdovin S.I. *Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)*
Golenkov V.A. *Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)*
Dyakonov A.A. *Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)*
Emelyanov S.G. *Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)*
Subchaninov V.G. *Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)*
Ivanov B.R. *Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)*
Kirichek A.V. *Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)*
Kopylov Yu.R. *Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)*
Kukhar V.D. *Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)*
Lavrynenko V.Yu. *Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)*
Li Shenbo. *Cand. Sc. Tech., Assist. Prof. (China)*
Mirsalimov V.M. *Doc. Sc. Ph. - Math., Prof. (Azerbaijan)*
Mulyukin O.P. *Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)*
Osadchy V.Ya. *Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)*
Pilipenko O.V. *Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)*
Raspopov V.Ya. *Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)*
Smolenzev V.P. *Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)*
Starovoitov A.I. *Doc. Sc. Ph. - Math., Prof. (Belarus)*
Stepanov Yu.S. *Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)*
Heifets M.I. *Doc. Sc. Tech., Prof. (Belarus)*

Executive secretary:

Tyukhta A.V. *Candidate Sc. Tech.*

Address

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

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

Index on the catalogue of the «Pressa Rossii» 29504

© Orel State University, 2017

Contents

Editor's Note

Welcoming speech of the acting rector SevGU V.D. Nechaev..... 3

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

Section «Theoretical and Applied Mechanics»

Nemenko A.V., Nikitin M.M. Forecast assessment of the residual resource of a cold roller 4
Samuilov S.D., Troitsky O.A. New methods of production porous metal materials with closed and open porosity..... 12
Grigorenko G.D., Evsyukov S.A. Manufacturing of bending matrices by post-layer polymer filling..... 17
Georgievskaya E.V. Influence of transition processes on reliability and lifetime of powerful turbo- and hydraulic units..... 22
Bohonsky A.I., Maistrishin M.M., Ryzhkov A.I. Optimality of construction management by movement of objects..... 31

Section «Technologies and Tools»

Lavrinenko V.Yu., Shagaleev R.R., Chuvaev I.S. Research of depending of springback during bending of sheet blanks from parameters of sheetforming hammer ram with fillets..... 39
Bogomolov D.Yu., Poroshin V.V., Poroshin O.V. Adaptive local defect filter for surface topography control of mechanical system elements..... 44
Chemakina T.L., Sotnikova E.A. Freight system of carrying oil courts..... 51
Garshin A.Yu., Khromov E.V. Investigation of the probability of an accident with a ships technical means from the conditional probability of misdiagnosis of their technical condition 55
Ovchinnikov V.V., Kurbatov I.A., Lukyanenko E.V., Yakutina S.V. Investigation of the mechanism of appearance of free carbon in the surface layer of steel 30HGSN2A irradiation of ions of copper and lead..... 60

Theoretical mechanics and its applications

Le Thi Thanh, Belaya L.A., Lavit I.M. The asymptotics of the stressed state of a cohesive crack tip..... 68
Kamanin Yu.N., Zhukov M.I., Redelin R.A., Panichkin A.V., Kravchenko V.A. Mathematical model of a load lifting process characterized by undefined center of gravity using a lifting beam with a moving lug and flexible slings..... 74
Gukaev A.I., Lopa I.V., Proskuryakov N.E. Assessment of the strength of the duct at impact pressure increase..... 81

Mechanics of deformable solids, dynamics and strength

Baranov V.L., Smirnov N.P. Experimental-theoretical definition of the parameters of the phenomenological model of destruction elastic-ductiloplastic materials..... 86
Sytin A.V., Kuzavka A.V., Babin A.Yu. Application of mechatronic modules to rotor systems on journal bearings..... 93
Morrev P.G., Kapirin K.I., Tatarchenkov N.V., Gryadunov I.M. Towards the problem of hardening of materials with a linear force-displacement diagram under upsetting..... 102

Machine-building technologies and equipment

Zhuravlev G.M., Grechishkin E.A. Computer simulation of the process cold appeal of the axisymmetric detail..... 107
Muravev A.A., Tarapanov A.S., Shablinskaya T.N. Choice of technology for formal formation of cylindrical plastic wheels with circular teeth..... 112
Lavrinenko Yu.A. The requirements to materials and methods of hardening motor valve springs..... 117

Devices, biotechnical systems and technologies

Soldatkin V.V., Makarov N.N. Development and experimental study of system of air data signals helicopter with a stationary multifunctional aerometric receiver..... 125

Monitoring, Diagnostics, Testing and Quality Management

Nikitin A.V., Soldatkin V.M. Development and experimental study of control system of wind parameters on board the helicopter 134
Dayev Zh.A. Measurement of liquid flow with a perforated disc as a primary measuring transducer 142

Колонка главного редактора

Уважаемые читатели и авторы журнала! Уже не первый год наш журнал предоставляет свои страницы для публикации материалов проходящей на базе Федерального государственного автономного учреждения высшего образования «Севастопольский государственный университет» авторитетной международной научно-технической конференции. Для более полного представления о мероприятии предоставляем слово исполняющему обязанности ректора СевГУ, доктору политических наук, профессору Владимиру Дмитриевичу Нечаеву.



Уважаемые коллеги, дорогие друзья!

С 11 сентября по 15 сентября 2017 г на базе ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» планируется проведение ежегодной, тринадцатой, международной научно-технической конференции **«Динамика, надежность и долговечность механических и биомеханических систем»**, на которую представлены работы, посвященные решению актуальных проблем современной науки и производства.

Тематические направления конференции:

- динамика и прочность, надежность и долговечность механических и биомеханических систем;
- теоретическая и прикладная механика;
- машиностроительные технологии и инструменты;
- материалы конструкций и методы их исследования;
- автоматизация и управление производственными системами;
- диагностика технического состояния систем;
- энергетика механических систем.

Основные организаторы конференции:

Министерство образования и науки Российской Федерации; Федеральное государственное автономное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь; Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Московский государственный университет им. Н.Э Баумана», г. Москва; Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Государственный морской университет имени адмирала Ф.Ф. Ушакова, г. Новороссийск; Государственное научное учреждение «Всероссийский научно – исследовательский институт механизации сельского хозяйства», г. Москва; Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел; Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет», г. Тула; Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Рыбинский государственный авиационный технический университет им. П.А. Соловьева», г. Рыбинск; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград; Федеральное государственное Автономное образовательное учреждение высшего образования «ФГУ им. В.И. Вернадского» Медицинская академия им. С.И. Георгиевского, г. Симферополь; Клиника травматологии, ортопедии и патологии суставов 1-го Московского Государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова, г. Москва;

На конференции ожидаются гости из ФРГ, Китайской Народной Республики, Республики Беларусь, Азербайджана, Армении, Турции, Македонии.

Россия представлена докладами ведущих университетов и институтов и научно - производственных предприятий.

Выражаю признательность редакции журнала «Фундаментальные и прикладные вопросы техники и технологии», предоставившей страницы журнала материалам докладов.

Я желаю всем участникам конференции успешной работы, интересных и полезных встреч и незабываемых впечатлений в нашем городе-герое у моря!

Ректор Севастопольского государственного университета, доктор политических наук, профессор

В.Д. Нечаев

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

СЕКЦИЯ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА»

УДК 620.178.3, 621.771.28

А.В. НЕМЕНКО, М.М. НИКИТИН

ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА СТАНА ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ ТРУБ

Рассмотрено влияние на остаточный ресурс стана холодной прокатки труб его предыдущих нагрузжений и свойств материала. Проведена оценка вычислительной погрешности, лимитирующей параметры прогнозной схемы. Получены формулы для характеристик плотности распределения результирующей погрешности и их асимптотическая оценка.

Ключевые слова: многоцикловая усталость, гигацикловая усталость, холодная прокатка, остаточный ресурс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кондратов, Л.А. Конструкция, ремонт и обслуживание станов холодной прокатки труб / Л.А. Кондратов, Ю.Б. Чечулин, Н.Т. Богданов, Н.С. Макаркин // М.: Металлургия, 1994. – 352 с.
2. Nicholas, T. High cycle fatigue. A mechanics of materials perspective / T. Nicholas. – Elsevier, 2006. – 656 p.
3. Неменко, А.В. Оценка усталостной повреждаемости шарнира кривошипно-ползунного механизма / А.В. Неменко, М.М. Никитин // Вестник СевНТУ. Сер. Механика, энергетика, экология: сб. науч.тр. – Севастополь. – 2014. – вып. 147. – С. 176 – 182.
4. Неменко, А.В. Прогнозная оценка технического состояния зубчатой передачи / А.В. Неменко, М.М. Никитин // Вестник НТУ «ХПИ». Серия: Проблемы механического привода. – Х.: НТУ «ХПИ». – 2014. – № 31(1074). – С.125–131.
5. Байхельт, Ф. Надежность и техническое обслуживание. Математический подход. Пер. с нем. / Ф. Байхельт, П. Франкен // М.: Радио и связь, 1988 – 392 с.
6. Неменко, А.В. Прогнозная оценка выносливости конструкционных материалов при циклическом нагружении / А.В. Неменко, М.М. Никитин // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – Орел. - 2015. - № 5(313). – С. 11 – 23.
7. Nikitin, M.M. Asymptotic expansion of a function defined by power series / M.M. Nikitin // arXiv.math/1006.0178
8. Феллер, В. Введение в теорию вероятностей и её приложения. В 2-х томах. Т. 2. / В. Феллер – М.: Мир, 1984. – 752 с.

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

Никитин Михаил Михайлович
Севастопольский государственный университет,
г. Севастополь,
ул. Университетская, 33,
аспирант
E-mail: m.nikitin.1979@gmail.com

A.V. NEMENKO, M.M. NIKITIN

FORECAST ASSESSMENT OF THE RESIDUAL RESOURCE OF A COLD ROLLER

We consider the bias of cold pilger rolling mill previous loading and material strength properties into its residual time to failure. We evaluate the calculation error limiting key parameters of forecasting algorithm. We propose the equations considering resulting error p.d.f. and their asymptotic evaluation.

Keywords: high-cycle fatigue, gigacycle fatigue, cold rolling, residual time to failure.

BIBLIOGRAPHY

1. Kondratov, L.A. Konstruktsiya, remont i obsluzhivaniye stanov kholodnoy prokatki trub / L.A. Kondratov, YU.B. Chechulin, N.T. Bogdanov, N.S. Makarkin // M.: Metallurgiya, 1994. – 352 s.
2. Nicholas, T. High cycle fatigue. A mechanics of materials perspective / T. Nicholas. – Elsevier, 2006. – 656 p.
3. Nemenko, A.V. Otsenka ustalostnoy povrezhdayemosti shamira krivoshipno-polzunnogo mekhanizma / A.V. Nemenko, M.M. Nikitin // Vestnik SevNTU. Ser. Mekhanika, energetika, ekologiya: sb. nauch.tr. – Sevastopol. – 2014. – vyp. 147. – S. 176 – 182.
4. Nemenko, A.V. Prognoznaya otsenka tekhnicheskogo sostoyaniya zubchatoy peredachi / A.V. Nemenko, M.M. Nikitin // Vestnik NTU «KHPI». Seriya: Problemy mekhanicheskogo privoda. – KH.: NTU «KHPI». – 2014. – № 31(1074). – S.125–131.
5. Baykhelt, F. Nadezhnost i tekhnicheskoye obsluzhivaniye. Matematicheskiy podkhod. Per. s nem. / F. Baykhelt, P. Franken // M.: Radio i svyaz, 1988 – 392 s.
6. Nemenko, A.V. Prognoznaya otsenka vynoslivosti konstruktsionnykh materialov pri tsiklicheskom nagruzhении / A.V. Nemenko, M.M. Nikitin // Fundamentalnyye i prikladnyye problemy tekhniki i tekhnologii. – Orel. - 2015. - № 5(313). – S. 11 – 23.
7. Nikitin, M.M. Asymptotic expansion of a function defined by power series / M.M. Nikitin // arXiv.math/1006.0178
8. Feller, V. Vvedeniye v teoriyu veroyatnostey i yeyo prilozheniya. V 2-kh tomakh. T. 2. / V. Feller – M.: Mir, 1984. – 752 s.

Nemenko Alexandra Vasilievna

Sevastopol State University,
City of Sevastopol,
Ul. University, 33
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of
the Department of «Technical Mechanics and Engineering
Science».
E-mail: valesan@list.ru

Nikitin Mikhail Mikhailovich

Sevastopol State University,
City of Sevastopol,
Ul. University, 33,
graduate student
E-mail: m.nikitin.1979@gmail.com

УДК 621.762, 669.717

С.Д. САМУЙЛОВ, О.А. ТРОИЦКИЙ

НОВЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРИСТЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С ЗАКРЫТОЙ И ОТКРЫТОЙ ПОРИСТОСТЬЮ

Предложен метод получения пористых металлических гранул с закрытой и открытой пористостью. Металлические образцы, содержащие порообразователь в виде порофора, который разлагается при нагреве с большим выделением газа, либо в виде водорастворимой соли, диспергируют путём пропускания импульсного электрического тока. Пенoгранулы образуются в процессе разлёта и охлаждения капель, а гранулы с открытой пористостью после растворения соли. Гранулы пористых металлов могут использоваться: для заполнения полостей деталей, которые в этом случае получают способность поглощать энергию удара, для фильтрации жидкости и газа, в качестве катализаторов. Методами порошковой металлургии из них могут быть получены материалы и изделия, в т.ч. сложной формы с пористостью близкой к пористости гранул, уникальные композитные детали из металлических и пенометаллических гранул в т.ч. армированные, материалы с двойной пористостью: пористостью гранул и дополнительной пористостью межгранульного пространства, такие материалы могут эффективно поглощать энергию ударных волн.

Ключевые слова: пористые металлы, пенометаллы, ячеистые металлы, пеноалюминий, гранулы, гранулы пеноалюминия, энергопоглощающий материал.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хохлов, М.А. Конструкционные сверхлегкие пористые металлы (обзор) / М.А. Хохлов, Д.А. Ищенко // Автоматическая сварка. – 2015. – № 3–4. – С. 60–65.
2. Крушенко, Г. Г. Технологии и механизм формирования пенометаллов и их применение в летательных аппаратах / Г. Г. Крушенко // Вестник СибГАУ. – 2014. – № 1(53). – С. 154 – 161.
3. Цукров, С. Вспененный алюминий / С. Цукров // Уральский рынок металлов. – 2009. – № 11.
4. Патент РФ № 2492257 Способ формирования пеноалюминия // Ковтунов А.И., Хохлов Ю.Ю. заявл. 20.02.2012, опубл. 10.09.2013.
5. Ковтунов, А.И. Исследование процессов формирования пеноалюминия фильтрацией через водорастворимые соли / А.И. Ковтунов, Д.А. Семистенов // Технология лёгких сплавов. – 2011. – № 4. – С. 74 – 78.
6. Гегузин, Я.Е. Физика спекания / Гегузин Я.Е. – М: Наука, 1984. – 311 с.
7. Левинский, Ю.В. Металлические порошки и порошковые материалы: Справочник / Ю. В. Левинский, Б.Н. Бабич, В.А. Глебов и др., под ред. Ю.В. Левина. – М.: Экомет, 2005. – 520 с.
8. Деменюк, В.Д. Методы электроимпульсной консолидации: альтернатива спарк-плазменному спеканию (обзор литературы) / В.Д. Деменюк, М.С. Юрлова, Л.Ю. Лебедева и др. // Ядерная физика и инжиниринг. – 2013. – Т. 4. – № 3. – С. 195.
9. Yurlova, M.S. Electric pulse consolidation: an alternative to spark plasma sintering / M.S. Yurlova, V.D. Demenyuk, L.Y. Lebedeva и др. // Journal of Materials Science. – 2014. – Т. 49. – № 3. – С. 952–985.
10. Самуйлов, С.Д. Электрофизический метод брикетирования металлической стружки / С.Д. Самуйлов // LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrucken Germany. – 2011. – 136 с.
11. Абрамова, К.Б. Формирование брикетов из отдельных металлических частиц и диэлектрика, под воздействием коротких импульсов электрического тока большой плотности / К.Б. Абрамова, Ю.Н. Бочаров, С.Д. Самуйлов, и др. // ЖТФ. – 2001. – Т. 71. – В. 4. – С. 122 – 127.
12. Самуйлов, С.Д. Электроимпульсное компактирование – перспективный метод получения пористых материалов / С.Д. Самуйлов // Технология металлов. – 2012. – № 9.
13. Патент РФ № 2582846 Способ получения гранул пенометаллов / Самуйлов С.Д. заявл. 25.07.2014, опубл. 27.04.2016. Бюл. № 12.
14. Самуйлов, С.Д. Новая концепция получения пористых металлических материалов / С.Д. Самуйлов // XXII Петербургские чтения по проблемам прочности. Сборник материалов. Санкт–Петербург, Издательство Политехнического университета. – 2016. – С. 336– 338.
15. Абрамова, К.Б. Магнитогидродинамическая неустойчивость жидких и твёрдых проводников. Разрушение проводников электрическим током / К.Б. Абрамова, Н.А. Златин, Б.П. Перегуд // ЖЭТФ. – 1975. – Т. 69. – В. 6. – С. 2007–2022.

Самуйлов Сергей Дмитриевич

Физико–Технический Институт им. А.Ф. Иоффе,
Россия, Санкт Петербург.
Кандидат технических наук, старший научный
сотрудник.
Тел.: (812)– 292–71–36, (911)–161–07–22
E–mail: Sam.mhd@mail.ioffe.ru

Троицкий Олег Александрович

Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН,
Россия, Москва,
Доктор технических наук, главный научный
сотрудник
E–mail: o.a.troitsky@rambler.ru

S.D. SAMUILOV, O.A. TROITSKY

NEW METHODS OF PRODUCTION POROUS METAL MATERIALS WITH CLOSED AND OPEN POROSITY

We propose the method of production porous metallic granules with closed and open porosity. Metal samples containing porofor as a pore former, which decomposes on heating with a large release of gas, or as a water–soluble salt, are dispersed by passing a pulsed electric current. Foam aluminum granules are formed during the expansion and cooling of droplets, and granules with open porosity are formed after dissolving the salt. Granules of porous metals can be used: to fill the

cavities of pieces, which in this case are able to absorb the energy of impact, to filter the liquid and the gas, as catalysts. Thanks to the methods of powder metallurgy materials and articles can be obtained from them, including those with complicated shapes with a porosity close to the porosity of granules, unique composite parts from metal and porous granules, including reinforced, materials with double porosity: the porosity of the granules and the additional porosity of the intergranular space. Such materials can effectively absorb the energy of the shock waves.

Keywords: porous metals, foam metals, cellular metals, foam aluminum, granules, foam–aluminum granules, energy–absorbing material.

BIBLIOGRAPHY

1. Khokhlov, M.A. Konstruktsionnyye sverkhlegkiye poristyye metally (obzor) / M.A. Khokhlov, D.A. Ishchenko // Avtomaticheskaya svarka. – 2015. – № 3–4. – S. 60–65.
2. Krushenko, G. G. Tekhnologii i mekhanizm formirovaniya penometallov i ikh primeneniye v letatelnykh apparatakh / G. G. Krushenko // Vestnik SibGAU. – 2014. – № 1(53). – S. 154 – 161.
3. Tsukrov, S. Vspenennyy alyuminiy / S. Tsukrov // Uralskiy rynek metallov. – 2009. – № 11.
4. Patent RF № 2492257 Sposob formirovaniya penoalyuminiya // Kovtunov A.I., Khokhlov YU.YU. zayavl. 20.02.2012, opubl. 10.09.2013.
5. Kovtunov, A.I. Issledovaniye protsessov formirovaniya penoalyuminiya filtratsiyey cherez vodorastvorimyye soli / A.I. Kovtunov, D.A. Semistenov // Tekhnologiya logkikh splavov. – 2011. – № 4. – S. 74 – 78.
6. Geguzin, YA.Ye. Fizika spekaniya / Geguzin YA.Ye. – M: Nauka, 1984. – 311 s.
7. Levinskiy, YU.V. Metallicheskiye poroshki i poroshkovyye materialy: Spravochnik / YU. V. Levinskiy, B.N. Babich, V.A. Glebov i dr., pod red. YU.V. Levina. – M.: Ekomet, 2005. – 520 s.
8. Demenyuk, V.D. Metody elektroimpulsnoy konsolidatsii: alternativa spark–plazmennomu spekaniyu (obzor literatury) / V.D. Demenyuk, M.S. Yurlova, L.YU. Lebedeva i dr. // Yadernaya fizika i inzhiniring. – 2013. – T. 4. – № 3. – S. 195.
9. Yurlova, M.S. Electric pulse consolidation: an alternative to spark plasma sintering / M.S. Yurlova, V.D. Demenyuk, L.Y. Lebedeva i dr. // Journal of Materials Science. – 2014. – T. 49. – № 3. – S. 952–985.
10. Samuylov, S.D. Elektrofizicheskiy metod briketirovaniya metallicheskoy struzhki / S.D. Samuylov // LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrucken Germany. – 2011. – 136 s.
11. Abramova, K.B. Formirovaniye briketov iz otdelnykh metallicheskikh chastits i dielektrika, pod vozdeystviyem korotkikh impulsov elektricheskogo toka bolshoy plotnosti / K.B. Abramova, YU.N. Bocharov, S.D. Samuylov, i dr. // ZHTF. – 2001. – T. 71. – V. 4. – S. 122 – 127.
12. Samuylov, S.D. Elektroimpulsnoye kompaktirovaniye – perspektivnyy metod polucheniya poristyykh materialov / S.D. Samuylov // Tekhnologiya metallov. – 2012. – № 9.
13. Patent RF № 2582846 Sposob polucheniya granul penometallov / Samuylov S.D. zayavl. 25.07.2014, opubl. 27.04.2016. Byul. № 12.
14. Samuylov, S.D. Novaya kontseptsiya polucheniya poristyykh metallicheskikh materialov / S.D. Samuylov // XXII Peterburgskiyechteniya po problemam prochnosti. Sbornik materialov. Sankt–Peterburg, Izdatelstvo Politekhnicheskogo universiteta. – 2016. – S. 336– 338.
15. Abramova, K.B. Magnitogidrodinamicheskaya neustoychivost zhidkikh i tvordyykh provodnikov. Razrusheniye provodnikov elektricheskim tokom / K.B. Abramova, N.A. Zlatin, B.P. Peregud // ZHETF. – 1975. – T. 69. – V. 6. – S. 2007–2022.

Samuylov Sergey Dmitrievich

Physico–Technical Institute. A.F. Ioffe, Russia, St. Petersburg.
Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher.
Tel: (812) – 292–71–36, (911) – 161–07–22
E–mail: Sam.mhd@mail.ioffe.ru

Troitsky Oleg Alexandrovich

Institute of Engineering Science. A.A. Blagonravov RAS, Russia, Moscow,
Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher
E–mail: o.a.troitsky@rambler.ru

УДК 621.7

Г. Д. ГРИГОРЕНКО, С. А. ЕВСЮКОВ

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ГИБОЧНЫХ МАТРИЦ ПОСЛОЙНЫМ НАПЛАВЛЕНИЕМ ПОЛИМЕРА

Приведены результаты исследования влияния технологических параметров FDM печати на прочностные характеристики изготовленных данным методом гибочных матриц.

Определены оптимальные параметры печати, при которых достигается максимальная производительность изготовления штампового инструмента без потери прочности.

Ключевые слова: FDM протипирование, оптимальные параметры печати, штамповая оснастка, гибка, температура печати, диаметр сопла экструдера, высота слоя, производительность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Testing of Materials for Rapid Prototyping Fused Deposition Modelling Technology/ L. Novakova–Marcincinova [at al.]// World Academy of Science, Engineering and Technology. – 2012. – Vol. 6. – P. 396 – 399.
2. Fatigue analysis of FDM materials/ John Lee [at al.]// Rapid Prototyping Journal. – 2013. – Vol. 19. – P. 291 – 299.
3. Anisotropic material properties of fused deposition modelling ABS/ S. Ahn [at al.]// Rapid Prototyping. – 2002. – Vol 8. – P 248 – 257.
4. Ziemian, C. Anisotropic properties of ABS parts fabricated by fused deposition modelling, in M Gokcek (Ed.) / C. Ziemian, M. Sharma, S. Ziemian // Mechanical Engineering: Intech. – 2012. – P 159 – 180.
5. Structural and Frictional Performance of Fused Deposition Modelled Acrylonitrile Butadiene Styrene (P430) with a view to use as Rapid Tooling Material in Sheet Metal Forming/ Alan G. Leacock// Key Engineering Materials. – 2015. – Vol 639. – P 325 – 332.
6. Mishr, Swayam Bikash Improvement in Tensile Strength of FDM Built Parts by Parametric Control / Swayam Bikash Mishr, Siba Sankar Mahapatra // Applied Mechanics and Materials. – 2014. – Vol. 592–594. – P. 1075–1079
7. A study on the influence of process parameters on the Mechanical Properties of 3D printed ABS composite / K.G. Jaya Christiyana [at al.]// Materials Science and Engineering. 2015. Vol. 114. P.1 – 8
8. Григоренко, Г.Д. Исследование влияния технологических параметров FDM прототипирования на механические характеристики получаемых деталей штампов / Г.Д. Григоренко, С.А. Евсюков // Заготовительные производства в машиностроении. – 2017.– № 4.– С. 22–25.

Григоренко Григорий Дмитриевич
Московский Государственный Технический
Университет им. Н.Э. Баумана, г. Москва
Аспирант 4-го курса кафедры МТ – 6 «Технологии
обработки давлением» МГТУ им. Н.Э. Баумана
E – mail: _griggd@ya.ru

Евсюков Сергей Александрович
Московский Государственный Технический
Университет им. Н.Э. Баумана, г. Москва
Доктор технических наук, профессор, заведующий
кафедрой МТ – 6 «Технологии обработки давлением»
МГТУ им. Н.Э. Баумана.
E – mail: _mt6evs@yandex.ru

G.D. GRIGORENKO, S.A. EVSYUKOV

MANUFACTURING OF BENDING MATRICES BY POST-LAYER POLYMER FILLING

The results of the study of influence technological fused deposition method parameters on the strength properties of bending dies produced using this method are present. Optimal printing parameters are determined, under which they ensure maximum production capacity of the die tool without loss of strength.

Keywords: FDM method, optimal print settings, stamping tools, print temperature, nozzle diameter, layer height, capacity.

BIBLIOGRAPHY

1. Testing of Materials for Rapid Prototyping Fused Deposition Modelling Technology/ L. Novakova–Marcincinova [at al.]// World Academy of Science, Engineering and Technology. – 2012. – Vol. 6. – P. 396 – 399.
2. Fatigue analysis of FDM materials/ John Lee [at al.]// Rapid Prototyping Journal. – 2013. – Vol. 19. – P. 291 – 299.
3. Anisotropic material properties of fused deposition modelling ABS/ S. Ahn [at al.]// Rapid Prototyping. – 2002. – Vol 8. – P 248 – 257.
4. Ziemian, C. Anisotropic properties of ABS parts fabricated by fused deposition modelling, in M Gokcek (Ed.) / C. Ziemian, M. Sharma, S. Ziemian // Mechanical Engineering: Intech. – 2012. – P 159 – 180.
5. Structural and Frictional Performance of Fused Deposition Modelled Acrylonitrile Butadiene Styrene (P430) with a view to use as Rapid Tooling Material in Sheet Metal Forming/ Alan G. Leacock// Key Engineering Materials. – 2015. – Vol 639. – P 325 – 332.
6. Mishr, Swayam Bikash Improvement in Tensile Strength of FDM Built Parts by Parametric Control / Swayam Bikash Mishr, Siba Sankar Mahapatra // Applied Mechanics and Materials. – 2014. – Vol. 592–594. – P. 1075–1079
7. A study on the influence of process parameters on the Mechanical Properties of 3D printed ABS composite / K.G. Jaya Christiyana [at al.]// Materials Science and Engineering. 2015. Vol. 114. P.1 – 8
8. Grigorenko, G.D. Issledovanie vliyanija tekhnologicheskikh parametrov FDM prototipirovaniya na mekhanicheskiye kharakteristiki poluchavemykh detaley shtampov / G.D. Grigorenko, S.A. Yevsyukov // Zagotovitelnyye proizvodstva v mashinostroyenii. – 2017.– № 4.– S. 22–25.

Grigorenko Grigoriy Dmitrievich
Moskovskiy Gosudarstvennyiy Tehnicheskij Universitet

Evsyukov Sergey Aleksandrovich
Moskovskiy Gosudarstvennyiy Tehnicheskij Universitet

im. N.E. Baumana, g. Moskva
Aspirant 4-go kursa kafedryi MT – 6 «Tehnologii
obrabotki davleniem» MGTU im. N.E. Baumana
E – mail: griggd@ya.ru

im. N.E. Baumana, g. Moskva
Doktor tehnikeskikh nauk, professor, zaveduyushchii
kafedroy MT – 6 «Tehnologii obrabotki davleniem»
MGTU im. N.E. Baumana.
E – mail: mt6evs@yandex.ru

УДК 621.165, 621.224

Е.В. ГЕОРГИЕВСКАЯ

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ НА НАДЕЖНОСТЬ И РЕСУРС МОЩНЫХ ТУРБО– И ГИДРОАГРЕГАТОВ

Проблема корректной оценки ресурса турбо– и гидроагрегатов с учетом всех индивидуальных особенностей является актуальной не только в России, но и во всем мире. С увеличением мощности оборудования увеличиваются не только его габариты, но и в случае аварии возрастает потенциальная опасность для персонала станции и всего населения близлежащих районов, экономики и экологии региона. В последнее время характерной тенденцией является увеличение количества пусков/остановов агрегатов, в том числе мощных, для обеспечения устойчивой работы энергетической системы. Переходные режимы эксплуатации оказывают существенное влияние на надежность и ресурс энергетического оборудования. В статье отмечены основные конструктивные и эксплуатационные особенности паровых и гидравлических турбин с точки зрения ресурса. Опасность переходных режимов проиллюстрирована примерами проведенных расчетов и подтверждается фотографиями поврежденного оборудования.

Ключевые слова: паровая турбина, гидротурбина, ресурс, срок службы, дефект, переходный режим.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов, С.А. Разработки турбоустановок для АЭС по проекту «ВВЭР ТОИ» на основе оборудования ОАО «Силловые машины» [Электронный ресурс]/ С.А. Иванов, С.Ю. Забродов. – Режим доступа: http://mntk.rosenergoatom.ru/mediafiles/u/files/2014/Sections/3.1./S.A._Ivanov__S.YU._Zabrodov.pdf [Дата обращения: 25 мая 2017].
2. Типовая инструкция по контролю металла и продлению срока службы основных элементов котлов, турбин и трубопроводов тепловых электростанций: РД 10–577–03: утв. Приказом Госгортехнадзора России №32 от 19.03.2001. – М.: ГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2003. – 128 с. – ISBN 5–93586–291–3.
3. Modelling of a Francis Turbine Runner Fatigue Failure Process Caused by Fluid–Structure Interaction / A. Lyutov, A. Kryukov, S. Cherny и др. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2016. – № 49. – p.072012.
4. Gagnon, M. Impact of startup scheme on Francis runner life expectancy / M. Gagnon, S.A. Tahan, P. Bocher, D. Thibault // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2010. – № 12. – p.012107.
5. Демьянов, В.А. Опыт и проблемы создания и реконструкции гидротурбинного оборудования / В.А. Демьянов, И.М. Пылев // Гидротехника XXI век. – 2011. – №2(5). – С. 12–21.
6. Poll, H.G. Hydraulic power plant machine dynamic diagnosis / H.G. Poll, J.C. Zanutto, W. Ponge–Ferreira // Shock and Vibration. – 2006. – № 13. – p. 409–427.
7. Fatigue analyses of the prototype Francis runners based on site measurements and simulations / X. Huang, J. Chamberland–Lauzon, C. Oram и др. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2014. – № 22. – P.12014.
8. Cost of enlarged operating zone for an existing Francis runner / C. Monette, H. Marmont, J. Chamberland–Lauzon и др. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2010. – № 49. – P. 072018.
9. Обоснование продления срока службы паровых турбин, имеющих детали с отклонениями от требований нормативной документации / А.В. Судаков, С.Н. Гаврилов, Е.В. Георгиевская и др. // Деловой журнал Neftegaz.RU. – 2015. – № 1–2. – С.42–47.
10. Георгиевская, Е.В. Влияние особенностей изготовления и монтажа на ресурсные характеристики гидроагрегата / Е.В. Георгиевская, Л.Л. Смелков // Академия энергетики. – 2015. – № 3 (65). – С. 66–70.
11. Инструкция по продлению срока эксплуатации паровых турбин сверх паркового ресурса: СО 153–34.17.440–2003: утв. приказом Минэнерго России № 274 от 30.06.2003. – М.: ЦПТИ ОРГРЭС, 2004. – 85 с.

ОАО «Научно–производственное объединение по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И.И. Ползунова» (ОАО «НПО ЦКТИ»), г. Санкт–Петербург
Кандидат физико–математических наук, зав. лабораторией прочности турбин ТЭС, АЭС и ГЭС
Адрес: Россия, 191167, Санкт–Петербург, ул. Атаманская, д. 3/6
Тел. +7(812)578–87–24, +7(921)971–64–43
E–mail: GeorgievskayaEV@ckti.ru, resurs24@ckti.ru

E.V. GEORGIEVSKAYA

INFLUENCE OF TRANSITION PROCESSES ON RELIABILITY AND LIFETIME OF POWERFUL TURBO– AND HYDRAULIC UNITS

The problem of a correct evaluation of the turbo– and hydraulic units lifetime taking into account all the individual characteristics is actual not only in Russia, but all over the world. With the increasing capacity of equipment, not only its dimensions grow, but the potential danger for station staff and population of the surrounding areas, the economy and the ecology of the region increases too in the event of an accident. Recently, a typical trend is an escalation in the number of startup/shutdowns of units, including powerful ones, to ensure the stable operation of the power grid. Transient operation modes have a significant impact on the reliability and lifetime of power equipment. The main constructive and operational features of steam and hydraulic turbines are noted in the article from the lifetime point view. The danger of transition processes is illustrated by examples of performed calculations and is confirmed by photographs of damaged equipment.

Keywords: steam turbine, hydraulic turbine, lifetime, service life, defect, transient operation mode.

BIBLIOGRAPHY

1. Ivanov, S.A. Razrabotki turbostanovok dlya AES po projektu «VVER TOI» na osnove oborudovaniya OAO «Silovyye mashiny» [Elektronnyy resurs]/ S.A. Ivanov, S.YU. Zabrodov. – Rezhim dostupa: http://mntk.rosenergoatom.ru/mediafiles/u/files/2014/Sections/3.1./S.A._Ivanov__S.YU._Zabrodov.pdf [Data obrashcheniya: 25 maya 2017].
2. Tipovaya instruktsiya po kontrolyu metalla i prodleniyu sroka sluzhby osnovnykh elementov kotlov, turbin i truboprovodov teplovykh elektrostantsiy: RD 10–577–03: utv. Prikazom Gosgortekhnadzora Rossii №32 ot 19.03.2001. – M.: GUP «NTTS «Promyshlennaya bezopasnost», 2003. – 128 s. – ISBN 5–93586–291–3.
3. Modelling of a Francis Turbine Runner Fatigue Failure Process Caused by Fluid–Structure Interaction / A. Lyutov, A. Kryukov, S. Cherny i dr. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2016. – № 49. – p.072012.
4. Gagnon, M. Impact of startup scheme on Francis runner life expectancy / M. Gagnon, S.A. Tahan, P. Bocher, D. Thibault // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2010. – № 12. – p.012107.
5. Demyanov, V.A. Opyt i problemy sozdaniya i rekonstruktsii gidroturbinnogo oborudovaniya / V.A. Demyanov, I.M. Pylev // Gidrotekhnika KHKHI vek. – 2011. – №2(5). – S. 12–21.
6. Poll, H.G. Hydraulic power plant machine dynamic diagnosis / H.G. Poll, J.C. Zanutto, W. Ponge–Ferreira // Shock and Vibration. – 2006. – № 13. – p. 409–427.
7. Fatigue analyses of the prototype Francis runners based on site measurements and simulations / X. Huang, J. Chamberland–Lauzon, C. Oram i dr.// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2014. – № 22. – P.12014.
8. Cost of enlarged operating zone for an existing Francis runner / C. Monette, H. Marmont, J. Chamberland–Lauzon i dr. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2010. – № 49. – P. 072018.
9. Obosnovaniye prodleniya sroka sluzhby parovykh turbin, imeyushchikh detali s otkloneniyami ot trebovaniy normativnoy dokumentatsii / A.V. Sudakov, S.N. Gavrilov, Ye.V. Georgiyevskaya i dr. // Delovoy zhurnal Neftegaz.RU. – 2015. – № 1–2. – S.42–47.
10. Georgiyevskaya, Ye.V. Vliyaniye osobennostey izgotovleniya i montazha na resursnyye kharakteristiki gidroagregata / Ye.V. Georgiyevskaya, L.L. Smelkov // Akademiya energetiki. – 2015. – № 3 (65). – S. 66–70.
11. Instruktsiya po prodleniyu sroka ekspluatatsii parovykh turbin sverkh parkovogo resursa: SO 153–34.17.440–2003: utv. prikazom Minenergo Rossii № 274 ot 30.06.2003. – M.: TSPTI ORGRES, 2004. – 85 s.

Georgiyevskaya Evgenia Viktorovna

JSC «NPO CKTI»

Ph.D., Head of Turbine Strength Test Laboratory for the Thermal, Nuclear and Hydro Power Plants

3/6, Atamanskaya st., St. Petersburg, 191167
Tel. +7(812)578-87-24, +7(921)971-64-43
E-mail: GeorgievskiaiaEV@ckti.ru, resurs24@ckti.ru

УДК 519.3:05.011.56:621.865.8

А.И. БОХОНСКИЙ, М.М. МАЙСТРИШИН, А.И. РЫЖКОВ

ОПТИМАЛЬНОСТЬ КОНСТРУИРУЕМЫХ УПРАВЛЕНИЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ ОБЪЕКТОВ

Систематизированы результаты решения задач оптимального управления движением объектов как абсолютно твердых и деформируемых тел (разгон–торможение, торможение). Показано, что реверсионный подход не исключает возможности снижения энергоемкости оптимальных управлений.

Ключевые слова: абсолютно твердое тело, деформируемое тело, оптимальное управление перемещением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теория автоматического управления. В 2-х ч. Ч. II. Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления / под ред. А.А. Воронова. – М.: Высш. шк., 1977. – 288 с.
2. Крутько, П.Д. Обратные задачи динамики управляемых систем: линейные модели / П.Д. Крутько. – М.: Наука, 1987. – 304 с.
3. Крутько, П.Д. Обратные задачи динамики управляемых систем: нелинейные модели / П.Д. Крутько. – М.: Наука, 1988. – 326 с.
4. Солодовников, В.В. Основы теории и элементы систем автоматического регулирования: учеб. пособие для вузов / В.В. Солодовников, В.Н. Плотников, А.В. Яковлев. – М.: Машиностроение, 1985. – 536 с.
5. Мойсеев, Н.Н. Элементы теории оптимальных систем. / Н.Н. Мойсеев. – М.: Изд-во «Наука», 1975. – 528 с.
6. Дорф, Г. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бимоп. Пер. с англ. Б.И. Крылова. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2002. – 832 с.
7. Бохонский, А.И. Оптимальное управление переносным движением деформируемых объектов: теория и технические приложения / А.И. Бохонский, Н.И. Варминская, М.И. Мозолевский. – Севастополь: СевНТУ, 2007. – 296 с.
8. Бохонский, А.И. Вариационное и реверсионное исчисление в механике / А.И. Бохонский, Н.И. Варминская – Севастополь: СевНТУ, 2012. – 212 с.
9. Бохонский, А.И. Актуальные задачи вариационного исчисления. Монография / А.И. Бохонский // PalmariumAcademicPublishing. – 2013. – 77 с.
10. Бохонский, А.И. Реверсионный принцип оптимальности. Монография. / А.И. Бохонский. – М.: Вузовский учебник. Инфра, 2016 – 174 с.
11. Бохонский, А.И. Новые задачи оптимального управления в механике. / А.И. Бохонский // Научные труды факультета естественных наук. Вып. 1. Севастопольский приборостроительный институт. – Севастополь. – 1993. – С.42– 48.

Бохонский Александр Иванович
Севастопольский государственный
университет, г. Севастополь
Доктор технических наук,
профессор кафедры «Техническая
механика и машиноведение»
E-mail: bohon.alex@mail.ru

Майстришин Михаил Михайлович
Севастопольский государственный
университет, г. Севастополь
Кандидат технических наук, доцент
кафедры «Приборных систем и
автоматизации технологических
процессов»
E-mail: mihaail.maystrishin@gmail.com

Рыжков Александр Игоревич
Севастопольский
государственный университет, г.
Севастополь
Аспирант кафедры
«Технической механики и
машиноведения»
E-mail: ryzhkov2206@gmail.com

A.I. BOHONSKY, M.M. MAYSTRISHIN, A.I. RYZHKOV

OPTIMALITY OF CONSTRUCTION MANAGEMENT BY MOVEMENT OF OBJECTS

The results of solving tasks of optimal motion control for objects, as absolutely rigid and deformable bodies (acceleration–braking, braking), are systematized. It was shown that the reversion approach does not exclude the reduction of energy intensity of optimal controls.

Keywords: absolutely rigid body, deformable body, optimal control of motion.

BIBLIOGRAPHY

1. Teoriya avtomaticheskogo upravleniya. V 2-kh ch. CH. II. Teoriya nelineynykh i spetsialnykh sistem avtomaticheskogo upravleniya / pod red. A.A. Voronova. – M.: Vyssh. shk., 1977. – 288 s.
2. Krutko, P.D. Obratnyye zadachi dinamiki upravlyayemykh sistem: lineynyye modeli / P.D. Krutko. – M.: Nauka, 1987. – 304 s.
3. Krutko, P.D. Obratnyye zadachi dinamiki upravlyayemykh sistem: nelineynyye modeli / P.D. Krutko. – M.: Nauka, 1988. – 326 s.
4. Solodovnikov, V.V. Osnovy teorii i elementy sistem avtomaticheskogo regulirovaniya: ucheb. posobiye dlya vuzov / V.V. Solodovnikov, V.N. Plotnikov, A.V. Yakovlev. – M.: Mashinostroyeniye, 1985. – 536 s.
5. Moiseyev, N.N. Elementy teorii optimalnykh sistem. / N.N. Moiseyev. – M.: Izd-vo «Nauka», 1975. – 528 s.
6. Dorf, G. Sovremennyye sistemy upravleniya / R. Dorf, R. Bimop. Per. s angl. B.I. Krylova. – M.: Laboratoriya bazovykh znaniy, 2002. – 832 s.
7. Bokhonskiy, A.I. Optimalnoye upravleniye perenosnym dvizheniyem deformiruyemykh ob'yektov: teoriya i tekhnicheskiye prilozheniya / A.I. Bokhonskiy, N.I. Varminskaya, M.I. Mozolevskiy. – Sevastopol: SevNTU, 2007. – 296 s.
8. Bokhonskiy, A.I. Variatsionnoye i reversionnoye ischisleniye v mekhanike / A.I. Bokhonskiy, N.I. Varminskaya – Sevastopol: SevNTU, 2012. – 212 s.
9. Bokhonskiy, A.I. Aktualnyye zadachi variatsionnogo ischisleniya. Monografiya/ A.I. Bokhonskiy // PalmariumAcademicPublishing. – 2013. – 77 s.
10. Bokhonskiy, A.I. Reversionnyy printsip optimalnosti. Monografiya. / A.I. Bokhonskiy. – M.: Vuzovskiy uchebnyk. Infra, 2016 – 174 s.
11. Bokhonskiy, A.I. Novyye zadachi optimalnogo upravleniya v mekhanike. / A.I. Bokhonskiy // Nauchnyye trudy fakulteta yestestvennykh nauk. Vyp. 1. Sevastopolskiy priborostroitelnyy institut. – Sevastopol. – 1993. – S.42– 48.

Bohonsky Alexander Ivanovich
Sevastopol State University,
Sevastopol
Doctor of Technical Sciences,
Professor of the Department of
«Technical Mechanics and
Engineering Science»
E-mail: bohon.alex@mail.ru

Maystrishin Mikhail Mikhailovich
Sevastopol State University, Sevastopol
Ph.D., associate professor of the
Department «Instrumentation systems
and automation of technological
processes»
E-mail: mihail.maystrishin@gmail.com

Ryzhkov Aleksandr Igorevich
Sevastopol State University,
Sevastopol
Post-graduate student of the
Department of «Technical Mechanics
and Engineering Science»
E-mail: ryzhkov2206@gmail.com

ТЕХНОЛОГИИ И ИНСТРУМЕНТЫ

УДК 621.98

В.Ю. ЛАВРИНЕНКО, Р.Р. ШАГАЛЕЕВ, И.С. ЧУВАЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ УПРУГОГО ПРУЖИНЕНИЯ ПРИ ГИБКЕ ЛИСТОВЫХ ЗАГОТОВОК ОТ ПАРАМЕТРОВ БАБЫ ЛИСТОШТАМПОВОЧНОГО МОЛОТА С НАПОЛНИТЕЛЕМ

В статье представлены результаты экспериментальных исследований одноугловой гибки стальных листовых заготовок на молоте (копре) с использованием стандартной бабы молота(копра) и бабы с наполнителем в виде стальных шариков. Установлено увеличение продолжительности удара (до 1,5 раз) и уменьшение угла пружинения (до 7 раз) при использовании бабы молота (копра) с наполнителем по сравнению со стандартной бабой молота (копра). Полученные данные можно использовать для определения оптимальных параметров бабы молота (копра) с наполнителем, обеспечивающих повышение размерной точности изготавливаемых деталей.

Ключевые слова: листовая штамповка, одноугловая гибка, упругое пружинение, листоштамповочный молот, баба молота с наполнителем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лавриненко, В.Ю. Модернизация технологических машин ударного действия / В.Ю. Лавриненко // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2017. – № 2. – С. 28–30.

2. Лавриненко, В.Ю. Экспериментальные исследования гибки листовых заготовок на молотах / В.Ю. Лавриненко, И.С. Чуваев // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2016. – № 3 (317). – С.133–136.
3. Патент РФ № 2438825. Баба молота. Феофанова А.Е., Демин В.А., Евсюков С.А., Лавриненко В.Ю., Семенов Е.И. – опубл. 10.01.2012. Бюл. № 1.

Лавриненко Владислав Юрьевич
Московский государственный
технический университет им. Н.Э.
Баумана, г. Москва
Доктор технических наук,
профессор кафедры «Технология
обработки материалов»
E-mail: vlavrinenko@bmstu.ru

Шагалеев Руслан Ринатович
Московский государственный
технический университет им. Н.Э.
Баумана, г. Москва
магистрант 1-го курса, кафедра
«Технология обработки
материалов»

Чуваев Иван Сергеевич
Московский государственный
технический университет им. Н.Э.
Баумана, г. Москва
ассистент кафедры «Технология
обработки материалов»

V.Yu. LAVRINENKO, R.R. SHAGALEEV, I.S. CHUVAEV

RESEARCH OF DEPENDING OF SPRINGBACK DURING BENDING OF SHEET BLANKS FROM PARAMETERS OF SHEETFORMING HAMMER RAM WITH FILLETS

The article presents the results of experimental studies of single-angle bending of steel sheet blanks on a hammer (copra) using a standard hammerhead (copra) and a female with filler in the form of steel balls. The increase in the duration of the impact (up to 1.5 times) and the decrease in the angle of springing (up to 7 times) is indicated with the use of a hammerhead (copra) with filler in comparison with the standard hammerhead (copra). The obtained data can be used to determine the optimal parameters of a hammerhead (copra) with a filler, which ensure an increase in the dimensional accuracy of the parts produced.

Keywords: sheet stamping, single-angle bending, elastic springing, sheet-stamping hammer, hammer-head with filler.

BIBLIOGRAPHY

1. Lavrinenko, V.YU. Modernizatsiya tekhnologicheskikh mashin udarnogo deystviya / V.YU. Lavrinenko // Remont, vosstanovleniye, modernizatsiya. – 2017. – № 2. – S. 28–30.
2. Lavrinenko, V.YU. Eksperimentalnyye issledovaniya gibki listovykh zagotovok na molotakh / V.YU. Lavrinenko, I.S. Chuvayev // Fundamentalnyye i prikladnyye problemy tekhniki i tekhnologii. – 2016. – № 3 (317). – S.133–136.
3. Patent RF № 2438825. Baba molota. Feofanova A.Ye., Demin V.A., Yevsyukov S.A., Lavrinenko V.YU., Semenov Ye.I. – opubl. 10.01.2012. Byul. № 1.

Lavrinenko Vladislav Yurievich
Moscow State Technical University.
N.E. Bauman, Moscow
Doctor of Technical Sciences,
Professor of the Department of
Materials Processing Technology
E-mail: vlavrinenko@bmstu.ru

Shagaleyev Ruslan Rinatovich
Moscow State Technical University.
N.E. Bauman, Moscow
Master of 1 course, Department of
Technology of Material Processing

Chuvayev Ivan Sergeevich
Moscow State Technical University.
N.E. Bauman, Moscow
Assistant of the Department of
Materials Processing Technology

УДК 531.7, 681.2.08

Д.Ю. БОГОМОЛОВ, В.В. ПОРОШИН, О.В. ПОРОШИН

АДАПТИВНЫЙ ФИЛЬТР ЛОКАЛЬНЫХ ДЕФЕКТОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТОПОГРАФИИ ПОВЕРХНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Предложен алгоритм адаптивной фильтрации локальных дефектов для контроля топографии поверхности элементов механических систем. Представлены результаты программной реализации адаптивного фильтра локальных дефектов для трёхмерной параметрической оценки геометрии поверхности.

Ключевые слова: цифровая фильтрация, топография поверхности, локальные дефекты, адаптивный алгоритм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уайтхауз, Д. Метрология поверхностей. Принципы, промышленные методы и приборы. / Д. Уайтхауз, пер. с англ. – М.: Интеллект, 2009. – 472 с.
2. Raja, J. Recent advances in separation of roughness, waviness and form / J. Raja, B. Muralikrishnan // Precision Engineering. – 2002. – Vol. 26. – № 2. – P.P. 222–235.
3. International Organization for Standardization, ISO 11562:1996, Geometrical Product Specifications (GPS), Surface Texture: Profile Method, Metrological Characteristics of Phase Corrected Filters, ISO, Geneva, Switzerland.
4. International Organization for Standardization, ISO/TS 16610–22:2006. Geometrical Product Specifications (GPS), Filtration.
5. International Organization for Standardization, ISO 8587:1998. Geometrical Product Specification (GPS) – Surface imperfections – Terms, definitions and parameters book.
6. Белов В.К. Профили поверхности. / Белов В.К. – Магнитогорский государственный технический университет имени Г.И. Носова. Магнитогорск, 2008. – 262 с.
7. International Organization for Standardization, ISO/TS 16610–40:2006. Geometrical Product Specifications (GPS), Filtration, Part 40: Morphological Profile Filters: Basic Concepts, ISO, Geneva, Switzerland.
8. В.В. Порошин. Профильная оценка параметров шероховатости поверхности в международных и национальных стандартах / Д.Ю. Богомоллов // Приборы. – 2010. – № 11 (125). – С. 53–58.

Богомоллов Дмитрий Юрьевич
АНО ВО «Московский институт экономики и менеджмента (АНО МИЭМ)», г. Москва
кандидат технических наук,
доцент кафедры «Социально– гуманитарных и естественных наук»,
115211, г. Москва, ул.
Борисовские пруды, д.8, к.2.
Тел.: +79165075098
E-mail: bogom-ov@mail.ru

Порошин Валерий Владимирович
АНО ВО «Московский институт экономики и менеджмента (АНО МИЭМ)», г. Москва
доктор технических наук, ректор
115211, г. Москва, ул. Борисовские пруды, д.8, к.2.
Тел.: +79161550270
E-mail: vporoshyn@mail.ru

Порошин Олег Валерьевич
ФГБОУ ВО «Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)», г. Москва
аспирант,
107023, г. Москва, ул. Б. Семеновская, 38
Тел.: +79164221345
E-mail: mr.cln@yandex.ru

D.Yu. BOGOMOLOV, V.V. POROSHIN, O.V. POROSHIN

ADAPTIVE LOCAL DEFECT FILTER FOR SURFACE TOPOGRAPHY CONTROL OF MECHANICAL SYSTEM ELEMENTS

The algorithm of adaptive filtering of local defects for surface topography control of mechanical system elements is proposed. The results of the software realization of adaptive local defect filter for parametrical analysis of surface geometry are shown.

Keywords: digital filtering, surface texture, local defects, adaptive algorithm.

BIBLIOGRAPHY

1. D. Uaytkhauz. Metrologiya poverkhonstey. Printsipy, promyshlennyye metody i pribory / D. Whitehouse, per. s angl. – М.: Intellekt, 2009. – 472 s.

2. Raja, J. Recent advances in separation of roughness, waviness and form / J. Raja, B. Muralikrishnan // Precision Engineering. – 2002. – Vol. 26. – № 2. – P.P. 222–235.
3. International Organization for Standardization, ISO 11562:1996, Geometrical Product Specifications (GPS), Surface Texture: Profile Method, Metrological Characteristics of Phase Corrected Filters, ISO, Geneva, Switzerland.
4. International Organization for Standardization, ISO/TS 16610–22:2006. Geometrical Product Specifications (GPS), Filtration.
5. International Organization for Standardization, ISO 8587:1998. Geometrical Product Specification (GPS) – Surface imperfections – Terms, definitions and parameters book.
6. Belov V.K. Profili poverkhnosti / Belov V.K.. – Magnitogorskiy gosudarstvenniy tekhnicheskiy universitet imeni G.I. Nosova. – Magnitogorsk, 2008. – 262 s.
7. International Organization for Standardization, ISO/TS 16610–40:2006. Geometrical Product Specifications (GPS), Filtration, Part 40: Morphological Profile Filters: Basic Concepts, ISO, Geneva, Switzerland.
8. V.V. Poroshin. Profilnaya otsenka parametrov sherokhovatosti poverkhnosti v mezhdunarodnykh i natsionalnykh standartakh / D.Yu. Bogomolov // Pribory. – 2010. – № 11 (125). – S. 53–58.

Bogomolov Dmitry Yuryevich
Autonomous noncommercial
institution of high education
«Moscow institute of economics and
management (ANO MIEM)»,
PhD, associate professor of «Social–
humanitarian and natural sciences»,
115211, Moscow, Borisovskiye
prudy, 8, b.2.
Tel.: +79165075098
E-mail: bogom-ov@mail.ru

Poroshin Valery Vladimirovich
Autonomous noncommercial
institution of high education «Moscow
institute of economics and management
(ANO MIEM)»,
Doctor of Techn. Science, rector,
115211, Moscow, Borisovskiye prudy,
8, b.2.
Tel.: +79161550270
E-mail: vporoshyn@mail.ru

Poroshin Oleg Valeryevich
Federal state funded educational
institution of high education «Moscow
state university of mechanical
engineering (MAMI)»,
Postgraduate,
107023, Moscow, B. Semenovskaya,
38
Tel.: +79164221345
E-mail: mr.cln@yandex.ru

УДК 629.014

Т.Л. ЧЕМАКИНА, Е.А. СОТНИКОВА

ГРУЗОВАЯ СИСТЕМА НЕФТЕНАЛИВНЫХ СУДОВ

В данной статье анализируются различные схемы построения днищевых магистралей грузовых систем, их преимущества и недостатки. Представлена методика расчета трубопровода грузовой системы.

Ключевые слова: наливное судно, грузовая система, магистраль, переборочный клинкет, грузовой насос, оптимальный диаметр трубопровода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геец, В.М. Специальные системы наливных судов. Курс лекций: учеб. пособие / В.М. Геец. – Владивосток: Мор. гос. ун–т, 2012. – 185 с.
2. Артёмов, Г.А. Судовые энергетические установки / Г.А. Артёмов [и др.] – Л.: Судостроение, 1987. – 480 с.
3. Галдин, Н.С. Основы гидравлики и гидропривода: учебное пособие / Н.С. Галдин. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2010. – 145 с.

Чемакина Тамара Львовна
Севастопольский государственный университет,
г. Севастополь
кандидат технических наук, доцент кафедры
«Океанотехника и кораблестроение»
E-mail: chemakina51@mail.ru

Сотникова Екатерина Александровна
Севастопольский государственный университет,
г. Севастополь
Студентка 3 курс, К/б-31-о
Тел.: +7 (978) 831 77 48
E-mail: Sotnikova_66@mail.ru

T.L. CHEMAKINA, E.A. SOTNIKOVA

FREIGHT SYSTEM OF CARRYING OIL COURTS

The article gives a detailed analysis of the various bottom mains construction schemes, their advantages and disadvantages. The method of calculation of cargo-handling system pipeline is also presented.

Keywords: tanker; cargo-handling system; main; bulkhead valve; cargo pump; optimal pipeline diameter.

BIBLIOGRAPHY

1. Geyets. V. M. Spetsialnyye sistemy nalivnykh sudov. Kurs lektsiy: ucheb. posobiye / V. M. Geyets. – Vladivostok: Mor. gos. un–t, 2012. – 185 s.
2. Artemov. G.A. Sudovyye energeticheskiye ustanovki / G.A. Artemov [i dr.] – L.:Sudostroyeniye, 1987. – 480 s.
3. Galdin N.S. Osnovy gidravliki i gidroprivoda: uchebnoye posobiye / N.S. Galdin. – Omsk: Izd–vo SibADI, 2010. – 145 s.

Chemakina Tamara Lvovna
Sevastopol State University, Sevastopol
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of
the Department «Ocean Engineering and Shipbuilding»
E-mail: chemakina51@mail.ru

Sotnikova Ekaterina Alexandrovna
Sevastopol State University, Sevastopol
Student 3 course, C / b-31-o
Tel.: +7 (978) 831 77 48
E-mail: Sotnikova_66@mail.ru

УДК 656.61.08

А.Ю. ГАРШИН, Е.В. ХРОМОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ С СУДОВЫМИ ТЕХНИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ ОТ УСЛОВНОЙ ВЕРОЯТНОСТИ НЕПРАВИЛЬНОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ИХ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Исследована зависимость вероятности возникновения аварийной ситуации с судовыми техническими средствами от условной вероятности их неправильного диагностирования и вероятности наличия аварийноопасного дефекта с использованием функциональных структурных математических моделей процесса проверки работоспособности с восстановлением судовых систем и технических средств

Ключевые слова: морская критическая инфраструктура, согласованные показатели безошибочности, времени, бездефектности и безаварийности, аварийноопасный дефект, аварийная ситуация, техническое диагностирование.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Харченко, В.С. Безопасность критических инфраструктур: математические и инженерные методы анализа и обеспечения / В.С. Харченко. – Харьков: Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», 2011. – 641 с.
2. Гаршин, А.Ю. Исследование процесса диагностирования и восстановления человекомашинных систем путем анализа согласованных показателей безошибочности, времени, бездефектности и безаварийности / А.Ю. Гаршин // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2016. – № 3(317)–4(318). – С. 199–203.

Гаршин Александр Юрьевич
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный
университет», г. Севастополь
кандидат технических наук, доцент кафедры
энергоустановок морских судов и сооружений
299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33
Тел.: +78692243561
E-mail: aleksander.garshin@mail.ru

Хромов Егор Владимирович
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный
университет», г. Севастополь
кандидат технических наук, доцент кафедры
энергоустановок морских судов и сооружений
299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33
Тел.: +78692243561
E-mail: ev.khromov@mail.ru

A.Yu. GARSHIN, E.V. KHROMOV

INVESTIGATION OF THE PROBABILITY OF AN ACCIDENT WITH A SHIPS TECHNICAL MEANS FROM THE CONDITIONAL PROBABILITY OF MISDIAGNOSIS OF THEIR TECHNICAL CONDITION

Investigated the dependence of the probability of an accident with a ship's technical means on the conditional probability of their misdiagnosis and the likelihood of an accidental hazardous defect using functional structural mathematical models of the health check process, with the re-establishment of ship systems and equipment.

Keywords: Marine critical infrastructure, agreed rates of error, time, impairment and safety, accidental dangerous defect, emergency situation, technical diagnosis.

BIBLIOGRAPHY

1. Kharchenko, V.S. Bezopasnost kriticheskikh infrastruktur: matematicheskie i inzhenernie metodi analiza i obespecheniya / V.S. Kharchenko. – Kharkov: Nacionalnii aerokosmicheskii universitet im. N.E. Zhukovskogo «KHAU», 2011. – 641 s.

2. Garshin, A.YU. Issledovaniye protsessa diagnostirovaniya i vosstanovleniya chelovekomashinnykh sistem putem analiza soglasovannykh pokazateley bezoshibchnosti, vremeni, bezdefektnosti i bezavariynosti / A.YU. Garshin // Fundamentalnyye i prikladnyye problemy tekhniki i tekhnologii. – 2016. – № 3(317)–4(318). – S. 199–203.

Garshin Aleksandr Yurevich

Sevastopol State University,
PhD, Associate Professor of the Department
«Ship power plants and structures»,
Sevastopol, Universitetskaya, 33
Tel. +78692243561
E-mail: aleksander.garshin@mail.ru

Khromov Egor Vladimirovich

Sevastopol State University,
PhD, Associate Professor of the Department «Ship
power plants and structures»,
Sevastopol, Universitetskaya, 33
Tel. +78692243561
E-mail: ev.khromov@mail.ru

УДК 621.789:621.793:620.178.162.4

В.В. ОВЧИННИКОВ, И.А. КУРБАТОВА, Е.В. ЛУКЪЯНЕНКО, С.В. ЯКУТИНА

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ПОЯВЛЕНИЯ СВОБОДНОГО УГЛЕРОДА В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ СТАЛИ 30ХГСН2А ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ИОНАМИ МЕДИ И СВИНЦА

Методами Оже–спектроскопии исследовано распределение меди, углерода и кислорода в имплантированных слоях, образующихся при имплантации меди в пластины из стали 30ХГСН2А в импульсном источнике ионов с ускоряющим напряжением 30 кВ в вакуумной камере с остаточным давлением газов 8×10^{-4} Па. Закономерность распределения меди по глубине характеризуется наличием максимума, отстоящего на ~40 нм от поверхности стальной пластины. Эта зависимость близка по своему характеру профилю распределения имплантируемых атомов меди в сталь 30ХГСН2А в тех же условиях, полученному ранее при помощи компьютерного моделирования методом Монте–Карло. Отличия обусловлены, прежде всего, тем, что в процессе имплантации на поверхности стали образуется углеродный слой толщиной ~50 нм. В промежуточном слое (до 100 нм) железо частично находится в окисленном состоянии. Рассматриваются возможные механизмы влияния структуры покрытий, образующихся в результате имплантации меди в пластины из стали 30ХГСН2А, на их трибологические характеристики.

Ключевые слова: имплантация, Оже–спектроскопия, трибологические свойства, имплантированный слой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быковский, Ю.А. Ионная и лазерная имплантация металлических материалов / Ю.А. Быковский, В.Н. Неволин, В.Ю. Фоминский. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 237 с.

2. Ионная имплантация / Под ред. Дж. К. Хирвонена: Пер. с англ.: М.: Металлургия, 1985. – 392 с.
3. Ионное легирование полупроводников: Пер. с англ. / Дж. Мейер, Л. Эрикссон, Дж. Дэвис; Под ред. канд. физ.-мат. наук В. М. Гусева. – М.: Мир, 1973. – 296 с.
4. Овчинников, В.В. Влияние ионной имплантации меди на свойства конструкционной стали 30ХГСН2А / В.В. Овчинников, Д.А. Козлов, С.В. Якутина // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2009. № 10. – С. 16–23.
5. Овчинников, В.В. Исследование свойств поверхности стали 30ХГСН2А после имплантации ионами меди / В.В. Овчинников, Д.А. Козлов, С.В. Якутина // Машиностроение и инженерное образование. – 2009. – № 2. – С.32–37
6. Якутина, С.В. Свойства и состав поверхности стали 30ХГСН2А в зависимости от дозы облучения ионами меди и свинца / В.В. Овчинников, Д.А. Козлов, С.В. Якутина, А.С. Немов // Известия МГИУ. – 2010. – № 3(20). – С.15–20.
7. Шаркеев, Ю.П. Высокоинтенсивная ионная имплантация – метод формирования мелкодисперсных интерметаллидов в поверхностных слоях металлов / Ю.П. Шаркеев, А.И. Рябчиков, Э.В. Козлов и др. // Известия Вузов. Физика. – 2004. – № 9. – С. 44–52.
8. Кострицкий, А.И. Оксидные пленки на поверхности железа и их физико-химические свойства / А.И. Кострицкий, Т.В. Чебан, Р.А. Подолян // Электронная обработка материалов. – 2007. – № 3. – С. 50–55.
9. Программный комплекс Origin 7.0 OriginLab Corporation.
10. Диденко, А.М. Воздействие пучков заряженных частиц на поверхность металлов и сплавов / А.М. Диденко, А.Е. Лигачев, К.Б. Куракин. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 184 с.
11. Белова, И.М. Моделирование распределения ионно-имплантированных атомов в металлических мишенях // И.М. Белова, В.В. Овчинников, Е.В. Лукьяненко // Машиностроение и инженерное образование. – 2014. – № 2. – С. 8–14.
12. Лукьяненко, Е.В. Влияние многоэлементной ионной имплантации на структуру поверхностного слоя и износостойкость деталей из стали 30ХГСН2А / Е.В. Лукьяненко, В.В. Овчинников, В.В. Истомина-Кастровский и др. // Машиностроение и инженерное образование. – 2014. – № 1. – С. 8–14.
13. Овчинников, В.В. Ионная имплантация поверхностных слоев деталей машин / В.В. Овчинников, Ю.М. Боровин // Научно-технические технологии в машиностроении. – 2010. – № 6. – С. 29–39.

Овчинников Виктор Васильевич

Московский политехнический университет, г. Москва
Доктор технических наук, профессор кафедры
«Материаловедение»
E-mail: vikov1956@mail.ru

Курбатова Ирина Александровна

Московский политехнический университет, г. Москва
Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Материаловедение»
E-mail: kurbatova-i@rambler.ru

Лукьяненко Елена Владимировна

Московский политехнический университет, г. Москва
Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Материаловедение»
E-mail: lev_2506@mail.ru

Якутина Светлана Викторовна

Московский политехнический университет, г. Москва
Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Материаловедение»
E-mail: svyakut@yandex.ru

V.V. OVCHINNIKOV, I.A. KURBATOV, E.V. LUKYANENKO, S.V. YAKUTINA

**INVESTIGATION OF THE MECHANISM OF APPEARANCE
OF FREE CARBON IN THE SURFACE LAYER OF STEEL 30HGSN2A
IRRADIATION OF IONS OF COPPER AND LEAD**

Auger spectroscopy methods investigated the distribution of copper, carbon and oxygen in implanted layers formed during implantation in copper plate of steel 30HGSN2A in pulsed ion source with accelerating voltage of 30 kV vacuum chamber with residual pressure 8×10^{-4} Pa. Regularity of the distribution of copper in depth is characterized by high, ~ 40 nm away from the surface of the steel plate. This dependence is close in nature to the profile distribution of implantable atoms of copper in steel 30HGSN2A under the same conditions, obtained previously using computer simulation Monte Carlo method. The differences are due primarily to the fact that in the process of implantation on surface of steel formed carbon layer thickness of ~ 50 nm. In the intermediate layer (up to 100 nm) iron is partially in the oxidized state. Discusses the possible mechanisms of influence of the coating structure, resulting from the implantation of copper in steel plate 30HGSN2A, on their tribological characteristics.

Keywords: *implantation, Auger spectroscopy, tribological properties of the implanted layer.*

BIBLIOGRAPHY

1. Bykovskiy, YU.A Ionnaya i lazernaya implantatsiya metallicheskih materialov / YU.A. Bykovskiy, V.N. Nevolin, V.YU. Fominskiy. – M.: Energoatomizdat, 1991. – 237 s.
2. Ionnaya implantatsiya / Pod red. Dzh. K. Khirvonena: Per. s angl.: M.: Metallurgiya, 1985. – 392 s.
3. Ionnaye legirovaniye poluprovodnikov: Per. s angl. / Dzh. Meyyer, L. Erikson, Dzh. Devis; Pod red. kand. fiz.–mat. nauk V. M. Guseva. – M.: Mir, 1973. – 296 s.
4. Ovchinnikov, V.V. Vliyaniye ionnoy implantatsii medi na svoystva konstruktsionnoy stali 30KHGSN2A / V.V. Ovchinnikov, D.A. Kozlov, S.V. Yakutina // Uprochnyayushchiye tekhnologii i pokrytiya. – 2009. № 10. – S. 16–23.
5. Ovchinnikov, V.V. Issledovaniye svoystv poverkhnosti stali 30KHGSN2A posle implantatsii ionami medi / V.V. Ovchinnikov, D.A. Kozlov, S.V. Yakutina // Mashinostroyeniye i inzhenernoye obrazovaniye. – 2009. – № 2. – S.32–37
6. Yakutina, S.V. Svoystva i sostav poverkhnosti stali 30KHGSN2A v zavisimosti ot dozy oblucheniya ionami medi i svintsy/ V.V. Ovchinnikov, D.A. Kozlov, S.V. Yakutina, A.S. Nemov // Izvestiya MGIU. – 2010. – № 3(20). – S.15–20.
7. Sharkeyev, YU.P. Vysokointensivnaya ionnaya implantatsiya – metod formirovaniya melkodispersnykh intermetallidov v poverkhnostnykh sloyakh metallov / YU.P. Sharkeyev, A.I. Ryabchikov, E.V. Kozlov i dr. // Izvestiya Vuzov. Fizika. – 2004. – № 9. – С. 44–52.
8. Kostrzhitskiy, A.I. Oksidnyye plenki na poverkhnosti zheleza i ikh fiziko–khimicheskiye svoystva / A.I. Kostrzhitskiy, T.V. Cheban, R.A. Podolyan // Elektronnaya obrabotka materialov. – 2007. – № 3. – S. 50–55.
9. Programmnyy kompleks Origin 7.0 OriginLab Corporation.
10. Didenko, A.M. Vozdeystviye puchkov zaryazhennykh chastits na poverkhnost metallov i splavov / A.M. Didenko, A.Ye. Ligachev, K.B. Kurakin. – M.: Energoatomizdat, 1987. – 184 s.
11. Belova, I.M. Modelirovaniye raspredeleniya ionno–implantirovannykh atomov v metallicheskih mishenyakh // I.M. Belova, V.V. Ovchinnikov, Ye.V. Lukyanenko // Mashinostroyeniye i inzhenernoye obrazovaniye. – 2014. – № 2. – S. 8–14.
12. Lukyanenko, Ye.V. Vliyaniye mnogoelementnoy ionnoy implantatsii na strukturu poverkhnostnogo sloya i iznosostoykost detaley iz stali 30KHGSN2A / Ye.V. Lukyanenko, V.V. Ovchinnikov, V.V. Istomin–Kastrovskiy i dr. // Mashinostroyeniye i inzhenernoye obrazovaniye. – 2014. – № 1. – S. 8–14.
13. Ovchinnikov, V.V. Ionnaya implantatsiya poverkhnostnykh sloyev detaley mashin / V.V. Ovchinnikov, YU.M. Borovin // Naukoyemkiye tekhnologii v mashinostroyenii. – 2010. – № 6. – S. 29–39.

Ovchinnikov Viktor Vasilievich

Moscow Polytechnic University, Moscow
 Doctor of Technical Sciences, Professor of the
 Department of «Material Science»
 E-mail: vikov1956@mail.ru

Kurbatova Irina Alexandrovna

Moscow Polytechnic University, Moscow
 Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of
 the Department of «Material Science»
 E-mail: kurbatova-i@rambler.ru

Lukyanenko Elena Vladimirovna

Moscow Polytechnic University, Moscow
 Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of
 the Department of «Material Science»
 E-mail: lev_2506@mail.ru

Yakutina Svetlana Viktorovna

Moscow Polytechnic University, Moscow
 Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of
 the Department of «Material Science»
 E-mail: svyakut@yandex.ru

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

УДК 539.3

ЛЕ ТХИ ТХАНЬ, Л.А. БЕЛАЯ, И.М. ЛАВИТ

**АСИМПТОТИКА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОКРЕСТНОСТИ
 КОНЧИКА КОГЕЗИОННОЙ ТРЕЩИНЫ**

Решение поставленной задачи основано на постулатах Баренблатта. Искомая асимптотика получается как решение задачи о полубесконечной когезионной трещине в плоскости. Предполагается, что величина сил сцепления изменяется с раскрытием трещины по линейному закону. Задача о нахождении распределения сил сцепления по длине трещины

сводится при этом к интегральному уравнению Фредгольма. Длина когезионной зоны определяется как решение нелинейной задачи о собственных значениях.

Ключевые слова: когезионная трещина; силы сцепления; полубесконечная трещина.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Райс, Дж. Математические методы в механике разрушения / Дж. Райс // Разрушение. – Т. 2. – М.: Мир, 1975. – С. 204–235.
2. Баренблатт, Г.И. Математическая теория равновесных трещин, образующихся при хрупком разрушении / Г.И. Баренблатт // ПМТФ. – 1961. – № 4. – С. 3–56.
3. Лавит, И.М. Распределение сил сцепления в окрестности вершины трещины / И.М. Лавит, Л.А. Толоконников // Изв. ТулГУ. – Сер. Математика. Механика. Информатика. – 1996. – Т. 2. – Вып. 2. – С. 59–66.
4. Ostlund, S. Cohesive modelling of process regions for cracks in linear elastic structures – fundamental aspects / S. Ostlund, F. Nilsson // Fatigue Fract. Engng Mater. Struct. – 1993. – V. 16. – N. 2. – P. 215–235.
5. Мухелишвили, Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости / Н.И. Мухелишвили. – М.: Наука, 1966. – 708 с.
6. Li, Y.-N. Eigenvalue analysis of size effect for cohesive crack model / Y.-N. Li, Z.P. Bazant // Int. J. Fract. – 1994. V. 66. – P. 213–226.
7. Градштейн, И.С. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений / И.С. Градштейн, И.М. Рыжик. – М.: Наука, 1971. – 1100 с.

Ле Тхи Тхань

Тульский государственный университет, кафедра вычислительной механики и математики
300012, Тула, просп. Ленина, 92
Аспирант
Тел.: (84872)33–24–88
E-mail: le_thanh221@mail.ru

Белая Лилия Александровна

Тульский государственный университет, кафедра вычислительной механики и математики
300012, Тула, просп. Ленина, 92
Доцент
Тел.: (84872)33–24–88
E-mail: bliliy@yandex.ru

Лавит Игорь Михайлович

Тульский государственный университет, кафедра вычислительной механики и математики
300012, Тула, просп. Ленина, 92
Профессор
Тел.: (84872)33–24–88
E-mail: IgorLavIt@yandex.ru

LE THI THANH, L.A. BELAYA, I.M. LAVIT

THE ASYMPTOTICS OF THE STRESSED STATE OF A COHESIVE CRACK TIP

The solution of this problem is based on the Barenblatt postulates. In this case, the desired asymptotics is obtained as a solution of the problem of a semi-infinite cohesive crack in the plane. It is assumed that the magnitude of the adhesion forces varies with the crack opening according to a linear law. The problem of finding the distribution of cohesive forces along the length of the crack is reduced to the Fredholm integral equation. The length of the cohesive zone is defined as the solution of the non-linear eigenvalue problem.

Keywords: cohesive crack, cohesive forces, semi-infinite crack.

BIBLIOGRAPHY

1. Rice, G. Matematicheskie metody v mehanike razrusheniya / G. Rice // Razrushenie. – Т. 2. – Mir, 1975. S. 204–235.
2. Barenblatt, G.I. Matematicheskaja teorija ravnovesnih treschin, obrazujuschihsjja pri hrupkom razrushenii / G.I. Barenblatt // PMTF. – 1961. – N. 4. – S. 3–56.
3. Lavit, I.M. Raspredelenie sil ssteplenija v okrestnosti vershini treschini / I.M. Lavit, L.A. Tolokonnikov // Izv. TulGU. – Ser. Matematika. Mehanika. Informatika. – 1996. – Т. 2. – Vip. 2. – S. 59–66.
4. Ostlund, S. Cohesive modelling of process regions for cracks in linear elastic structures – fundamental aspects / S. Ostlund, F. Nilsson // Fatigue Fract. Engng Mater. Struct. – 1993. – V. 16. – N. 2. – P. 215–235.
5. Muskhelishvily, N.I. Nekotorie osnovnie zadachi matematicheskoi teorii uprugosty / N.I. Muskhelishvily. – М.: Nauka, 1966. – 708 s.
6. Li, Y.-N. Eigenvalue analysis of size effect for cohesive crack model / Y.-N. Li, Z.P. Bazant // Int. J. Fract. – 1994. V. 66. – P. 213–226.
7. Gradshtein, I.S. Tablitsi integralov, summ, rjadov i proizvedenii / I.S. Gradshtein, I.M. Ridzik. – М.: Nauka, 1971. – 1100 s.

Le Thi Thanh

Tula State University, department of computational mechanics and mathematics
300012, Tula, Lenin ave., 92
Postgraduate student
Tel: (84872)33–24–42
E–mail: le_thanh221@mail.ru

Belaya Liliya Alexandrovna

Tula State University, department of computational mechanics and mathematics
300012, Tula, Lenin ave., 92
Associate professor
Tel: (84872) 33–24–88
E–mail: bliliy@yandex.ru

Lavit Igor Mikhailovich

Tula State University, department of computational mechanics and mathematics
300012, Tula, Lenin ave., 92
Professor
Tel: (84872) 33–24–88
E–mail: IgorLavit@yandex.ru

УДК 69.002.5

Ю.Н. КАМАНИН, М.И. ЖУКОВ, Р.А. РЕДЕЛИН, А.В. ПАНИЧКИН, В.А. КРАВЧЕНКО

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПОДЪЕМА ГРУЗА С НЕИЗВЕСТНЫМ ПОЛОЖЕНИЕМ ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ ТРАВЕРСОЙ С ПЕРЕДВИЖНОЙ ПРОУШИНОЙ

В статье предлагается новый тип траверс, позволяющий качественно поднимать грузы, в которых положение центра тяжести заранее неизвестно. Необходимость внедрения такого типа траверс подтверждается высоким спросом на них со стороны промышленных предприятий и отсутствием их на рынке.

В результате проведенных исследований были описаны основные кинематические и динамические зависимости процесса подъема груза с неизвестным положением центра тяжести, которые позволяют проводить проектировочный и проверочный расчеты траверсы с гибкими стропами и подвижной проушиной.

Полученные результаты могут быть полезны инженерам и сотрудникам предприятий, занимающихся грузоподъемной техникой и научным работникам по направлению «Подъемно–транспортные машины».

Ключевые слова: траверса, подвижная проушина, моделирование, смещенный центр тяжести, подъем груза, кинематика, динамика, гибкие стропы, модернизация.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берлин, Н.П. Погрузочно–разгрузочные, транспортирующие и вспомогательные машины и устройства / Н.П. Берлин. – Гомель: УО «Бел–ГУТ», 2005. – 326 с.
2. Рязунов, М.П. Совершенствование доставки грузов в строительстве / М.П. Рязунов, Р.А. Затван. // Промышленный транспорт, № 7. – М.: Машиностроение, 1984. – С. 56–59.
3. Дронг, В.И. Курс теоретической механики: Учебник для вузов / В.И. Дронг, В.В. Дубинин, М.М. Ильин, под. общ. ред. К.С. Колесникова. – М.: изд–во МВТУ, 2001. – 495 с.
4. Степыгин, В.И. Проектирование подъемно–транспортных установок. / В.И. Степыгин, Е.Д. Чертов, С.А. Елфимов. – М.: Машиностроение, 2005. – 288 с.
5. Шестопалов, К.К. Подъемно–транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование / К.К. Шестопалов – М.: Академия, 2012. – 320 с.
6. Мэтьюз, Д.Г. Численные методы. Использование MATLAB, 3–е издание: Пер.с англ. / Д.Г. Мэтьюз – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 720 с.
7. Андреев, А.Ф. Грузозахватные устройства с автоматическим и дистанционным управлением / А.Ф. Андреев – М.: Стройиздат, 1979. – 173 с.
8. Горячева, И.А. Технические характеристики и выбор грузоподъемных кранов / И.А. Горячева, Н.Я. Казаченко. – Минск: БНТУ, 2010. – 196 с.
9. Ушаков, Л.С. Анализ способов и средств проведения подъемно–транспортных работ крупногабаритных грузов со смещенным центром тяжести / Л.С. Ушаков, А.В. Паничкин, Д.Ю. Гребченко // Мир транспорта и технологических машин, № 2(45). Орел: Госуниверситет – УНПК, 2014. – С. 68–73.
10. Хальфин, М.Н. Грузозахватные приспособления и тара / М.Н. Хальфин, А. А. Короткий, Б.Ф. Иванов и др. – Ростов/Д.: Феникс, 2006. – 144 с.

Каманин Юрий Николаевич

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел
кандидат технических наук, доцент
кафедры ПТСиДМ
302030, г. Орел, ул. Московская, 77
Тел. (4862) 73–43–54
E–mail: kamanin227@mail.ru

Жуков Михаил Игоревич

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел
аспирант кафедры ПТСиДМ
302030, г. Орел, ул. Московская, 77
Тел. (4862) 73–43–54
E–mail: symp2017@mail.ru

Паничкин Антон Валерьевич

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел
кандидат технических наук,
заведующий кафедрой ПТСиДМ
302030, г. Орел, ул. Московская, 77
Тел. (4862) 73–43–54
E–mail: teppa79@yandex.ru

Ределин Руслан Андреевич
ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел
кандидат технических наук, доцент
кафедры ПТСиДМ
302030, г. Орел, ул. Московская, 77
Тел. (4862) 73–43–54
E-mail: rusland57@yandex.ru

Кравченко Валерий Анатольевич
ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел
кандидат технических наук, доцент кафедры ПТСиДМ
302030, г. Орел, ул. Московская, 77
Тел. (4862) 73–43–54
E-mail: 19vak52@mail.ru

Yu.N. KAMANIN, M.I. ZHUKOV, R.A. REDELIN, A.V. PANICHKIN, V.A. KRAVCHENKO

MATHEMATICAL MODEL OF A LOAD LIFTING PROCESS CHARACTERIZED BY UNDEFINED CENTER OF GRAVITY USING A LIFTING BEAM WITH A MOVING LUG AND FLEXIBLE SLINGS

The paper proposes a new type of traverse, allowing quality to lift loads in which the center of gravity position is not known in advance. The need to implement this type of traverse is confirmed by the high demand for them on the part of industry and the lack of them on the market.

The studies were obtained basic kinematic and dynamic depending on lifting process with unknown center of gravity, which allow projecting and verifying calculations traverses with flexible straps and a mobile eye.

The results can be useful for engineers and employees of companies engaged in lifting appliances and researchers in «Handling machinery».

Keywords: *traverse, the moving eye, modeling, shifted the center of gravity, lifting load, kinematics, dynamics, flexible lines, modernization.*

BIBLIOGRAPHY

1. Berlin, N.P. Pogruzochno–razgruzochnye, transportirujushhie i vspomogatelnye mashiny i ustrojstva / N.P. Berlin. – Gomel: UO «Bel–GUT», 2005. – 326 s.
2. Rjauzov, M.P. Sovershenstvovanie dostavki грузов v stroitelstve / M.P. Rjauzov, R.A. Zatvan. // Promyshlennyj transport, № 7. – М.: Mashinostroenie, 1984. – S. 56–59.
3. Drong, V.I. Kurs teoreticheskoy mehaniki: Uchebnik dlja vuzov / V.I. Drong, V.V. Dubinin, M.M. Ilin, pod. obshh. red. K.S. Kolesnikova. – М.: izd–vo MVTU, 2001. – 495 s.
4. Stepygin, V.I. Proektirovanie pod#emno–transportnyh ustanovok. / V.I. Stepygin, E.D. Chertov, S.A. Elfimov. – М.: Mashinostroenie, 2005. – 288 s.
5. Shestopalov, K.K. Pod#emno–transportnye, stroitelnye i dorozhnye mashiny i oborudovanie / K.K. Shestopalov – М.: Akademija, 2012. – 320 s.
6. Mjetjuz, D.G. Chislennye metody. Ispolzovanie MATLAB, 3–e izdanie: Per.s angl. / D.G. Mjetjuz – М.: Izdatelskij dom «Viljams», 2001. – 720 s.
7. Andreev, A.F. Gruzozahvatnye ustrojstva s avtomaticheskim i distancionnym upravleniem / A.F. Andreev – М.: Strojizdat, 1979. – 173 s.
8. Gorjacheva, I.A. Tehnicheskie karakteristiki i vybor gruzopod#emnyh kranov / I.A. Gorjacheva, N.Ja. Kazachenko. – Minsk: BNTU, 2010. – 196 s.
9. Ushakov, L.S. Analiz sposobov i sredstv provedenija podemno–transportnyh rabot krupnogabaritnyh грузов so smeshhennym centrom tjazhesti / L.S. Ushakov, A.V. Panichkin, D.Ju. Grebchenko // Mir transporta i tehnologicheskikh mashin, № 2(45). Орел: Gosuniversitet – UNPK, 2014. – S. 68–73.
10. Halfin, M. N. Gruzozahvatnye prispособlenija i tara / M.N. Halfin, A. A. Korotkij, B.F. Ivanov i dr. – Rostov/D.: Feniks, 2006. – 144 s.

Kamanin Yuriy Nikolaevich
I. S. Turgenev OSU, Орел
Cand. Sc. (Tech.), associate professor
Department of Lifting and Transport
302030, Орел, Moskovskaja, 77
Tel. (4862) 73–43–54
E-mail: kamanin227@mail.ru

Zhukov Mixail Igorevich
I. S. Turgenev OSU, Орел
Aspirant
Department of Lifting and Transport
302030, Орел, Moskovskaja, 77
Tel. (4862) 73–43–54
E-mail: symp2017@mail.ru

Panichkin Anton Valerevich
I. S. Turgenev OSU, Орел
Cand. Sc. (Tech.), Head of department
Department of Lifting and Transport
302030, Орел, Moskovskaja, 77
Tel. (4862) 73–43–54
E-mail: teppa79@yandex.ru

Redelin Ruslan Andreevich
I. S. Turgenev OSU, Орел
Cand. Sc. (Tech.), associate professor
Department of Lifting and Transport

Kravchenko Valerij Anatolevich
I. S. Turgenev OSU, Орел
Cand. Sc. (Tech.), associate professor
Department of Lifting and Transport

302030, Orel, Moskovskaja, 77
Tel. (4862) 73–43–54
E–mail: rusland57@yandex.ru

302030, Orel, Moskovskaja, 77
Tel. (4862) 73–43–54
E–mail: 19vak52@mail.ru

УДК539.4, 621.646

А.И. ЖУКАЕВ, И.В. ЛОПА, Н.Е. ПРОСКУРЯКОВ

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ ТРУБОПРОВОДА ПРИ УДАРНОМ РОСТЕ ДАВЛЕНИЯ

Рассматривается прочность трубопровода при ударном росте давления при перекрытии затвора. Предлагается напряженно – деформированное состояние материала трубы определять из решения волновой задачи о распространении радиальных волн давления в трубе. Показано, что деформации от нагружаемой поверхности к свободной существенно уменьшаются. Предлагается способ оценки прочности трубы по второй теории прочности – теории наибольших деформаций. Делается вывод о необходимости учета динамичности нагрузки трубопровода при аварийном перекрытии его участка.

Ключевые слова: прочность, давление, радиальные волны, труба.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуревич, Д.Ф. Конструирование и расчет трубопроводной арматуры / Д.Ф. Гуревич. – М.: Машиностроение, 1968. – 888 с.
2. Лопы, И.В. Построение определяющего уравнения, учитывающего изменение скорости деформации материала / И.В. Лопы // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии* – Орел: Изд-во Орловского государственного университета им. И.С. Тургенева. – 2017. – № 2, С. 10–13.
3. Лопы, И.В. Продольные упруговязкопластические волны в стержнях конечной длины / И.В. Лопы, В.Л. Баранов // *Известия ВУЗов. М.: Машиностроение.* – 1993. – № 1. – С. 54.

Жукаев Артем Иванович
ФГБОУ ВПО «ТулГУ»
аспирант каф. ПМДМ
300000, г. Тула, пр. Ленина, 92
Тел. 25–46–39
E–mail: pmdm@tsu.tula.ru

Лопы Игорь Васильевич
ФГБОУ ВПО «ТулГУ»
д-р техн. наук, профессор,
профессор каф. ПМДМ
300000, г. Тула, пр. Ленина, 92
Тел. 25–46–39
E–mail: pmdm@tsu.tula.ru

Проскуряков Николай Евгеньевич
ФГБОУ ВПО «ТулГУ»
д-р техн. наук, профессор,
профессор каф. ТСПиУП
300000, г. Тула, пр. Ленина, 92
Тел. 73–44–93
E–mail: pmdm@tsu.tula.ru

A.I. GUKAEV, I.V. LOPA, N.E. PROSKURYAKOV

ASSESSMENT OF THE STRENGTH OF THE DUCT AT IMPACT PRESSURE INCREASE

Discusses the strength of the pipeline under shock pressure rise at the overlap of the shutter. Proposed stress – strain state of the pipe material determined from the solution of the wave problem of propagation of radial pressure waves in the pipe. It is shown that the deformation from the loaded surface to the free are significantly reduced. We propose a method to estimate the strength of the pipe according to the second theory of strength – the theory of greatest strain. Concluded from taking into account the dynamic load of the pipeline in case of emergency cut off of the site.

Keywords: strength, pressure, radial wave, tube.

BIBLIOGRAPHY

1. Gurevich, D.F. Konstruirovaniye i raschet truboprovodnoy armatury / D.F. Gurevich. – M.: Mashinostroyeniye, 1968. – 888 s.
2. Lopa, I.V. Postroyeniye opredelyayushchego uravneniya, uchityvayushchego izmeneniye skorosti deformatsii materiala / I.V. Lopa // Fundamentalnyye i prikladnyye problemy tekhniki i tekhnologii – Orel: Izd-vo Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta im. I.S. Turgeneva. – 2017. – № 2, S. 10–13.
3. Lopa, I.V. Prodolnyye uprugovyazkoplasticheskiye volny v sterzhnyakh konechnoy dliny / I.V. Lopa, V.L. Baranov // Izvestiya VUZov. M.: Mashinostroyeniye. – 1993. – № 1. – S. 54.

Gukaev Artem Ivanovich

FGBOU VPO «Tula state University»
PhD student, DEP. PMDM
300000, Tula, Lenin Ave., 92
Tel. 25–46–39
E-mail: pmdm@tsu.tula.ru

Lopa Igor Vasilevich

FGBOU VPO «Tula State University»
Dr. Techn. Sciences, Professor,
Professor, DEP. PMDM
300000, Tula, Lenin Ave., 92
Tel. 25–46–39
E-mail: pmdm@tsu.tula.ru

Proskuryakov, Nikolai Evgenyevich

FGBOU VPO «Tula state University»
Dr. Techn. Sciences, Professor,
Professor, DEP. TCPIP
300000, Tula, Lenin Ave., 92
Tel. 73–44–93
E-mail: pmdm@tsu.tula.ru

МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА, ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ

УДК 539.374

В.Л. БАРАНОВ, Н.П. СМИРНОВ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО–ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЕСТРУКЦИИ ТЕРМО–УПРУГО–ВЯЗКОПЛАСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Разработан и реализован на практике экспериментально–теоретический метод определения численных значений физических констант, входящих в структуру феноменологической модели деструкции упруго–вязкопластических материалов. Получены численные значения констант для ряда реальных конструкционных материалов при различных температурах.

Ключевые слова: прочность, разрушение, упруго–вязкопластичность, обработка результатов экспериментов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов, В.Л. Некоторые вопросы проектирования и отработки пуль патронов стрелкового оружия / В.Л. Баранов, М.А. Кудряшов, В.Л. Руденко, и др. – Тула: ТулГУ, 2015. – 192 с.
2. Баранов, В.Л. Феноменологическая модель волнового разрушения упруго–вязкопластического стержня / В.Л. Баранов, П.А. Полтев // Проблемы механики неупругих деформаций. К 80–летию Л.А. Толоконникова. – Тула: ТулГУ. – 2003. – С. 102 – 108.
3. Баранов, В.Л. Продольное волновое нагружение и поперечная деструкция стволов артиллерийских систем при стрельбе / В.Л. Баранов, Н.П. Смирнов // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2016. – № 2 (316). – С. 14 – 18.
4. Баранов, В.Л. Поведение стержневых и оболочечных конструкций из упруго–вязкопластических материалов в условиях высокоскоростного импульсного нагружения В.Л. Баранов, И.В. Дунаева, И.Б. Литус, и др. – Н.Тагил: НТИИМ. – Тула: ТулГУ, 2013. – 323 с.
5. Жуков, А.М. Упругие свойства материалов и сложное нагружение / А.М. Жуков // Инженерный сборник. – 1960. – № 3. – С. 78 – 92.
6. Островский, А.А. Влияние предварительной пластической деформации на величину модуля упругости / А.А. Островский // Проблемы прочности. – 1975. – № 4. – С. 27–32.
7. Гецов, И.И. Поведение элементов конструкций оболочечного типа с активным наполнением в условиях взрывного нагружения / И.И. Гецов, Х.И. Иванов, С.П. Петков, и др. – Тула. – Сопот: ТулГУ. – ВМЗ. – 2003, 161 с.

Баранов Виктор Леопольдович

Тульский государственный университет, г. Тула

Смирнов Николай Павлович

ФКП «Нижеагильский институт испытания

Доктор технических наук, профессор, профессор
кафедры стрелково–пушечного вооружения
300012, Тула, проспект Ленина д. 92
т. (4872) 35–18–69,
E–mail ivts.tulgu@rambler.ru

металлов» (Уральский боеприпасный полигон)
г. Нижний Тагил
Генеральный директор
622015, Нижний Тагил, ул. Гагарина д. 29
т. (3435) 47–51–10,
E–mail web@ntiim.ru

V.L. BARANOV, N.P. SMIRNOV

EXPERIMENTAL–THEORETICAL DEFINITION OF THE PARAMETERS OF THE PHENOMENOLOGICAL MODEL OF DESTRUCTION ELASTIC–DUCTILOPLASTIC MATERIALS

Developed and implemented experimentally–theoretical method of determination of numerical values of physical constants, within the framework of the phenomenological model of decomposition of elastic– ductiloplastic materials. The numerical values of the constants for a number of real structural materials at different temperatures.

Keywords: strength, fracture, elastic– ductiloplastic, processing of experimental results.

BIBLIOGRAPHY

1. Baranov, V.L. Nekotoryye voprosy proyektirovaniya i otrabotki pul patronov strelkovogo oruzhiya / V.L. Baranov, M.A. Kudryashov, V.L. Rudenko, i dr. – Tula: TulGU, 2015. – 192 s.
2. Baranov, V.L. Fenomenologicheskaya model volnovogo razrusheniya uprugo–vyazkoplasticheskogo sterzhnya / V.L. Baranov, P.A. Poltev // Problemy mekhaniki neuprugikh deformatsiy. K 80–letiyu L.A. Tolokonnikova. – Tula: TulGU. – 2003. – S. 102 – 108.
3. Baranov, V.L. Prodolnoye volnovoye nagruzheniye i poperechnaya destruktziya stvolov artilleriyskikh sistem pri strelbe / V.L. Baranov, N.P. Smirnov // Fundamentalnyye i prikladnyye problemy tekhniki i tekhnologii. – 2016. – № 2 (316). – S. 14 – 18.
4. Baranov, V.L. Povedeniye sterzhnevnykh i obolochechnykh konstruksiy iz uprugo–vyazkoplasticheskikh materialov v usloviyakh vysokoskorostnogo impulsnogo nagruzheniya V.L. Baranov, I.V. Dunayeva, I.B. Litus, i dr. – N.Tagil: NТИИМ. – Tula: TulGU, 2013. –323 s.
5. Zhukov, A.M. Uprugiyе svoystva materialov i slozhnoye nagruzheniye / A.M. Zhukov // Inzhenernyy sbornik. – 1960. – № 3. – S. 78 – 92.
6. Ostrovskiy, A.A. Vliyaniye predvaritelnoy plasticheskoy deformatsii na velichinu modulya uprugosti / A.A. Ostrovskiy // Problemy prochnosti. – 1975. – № 4. – S. 27–32.
7. Getsov, I.Y. Povedeniye elementov konstruksiy obolochechnogo tipa s aktivnym napolneniyem v usloviyakh vzryvnogo nagruzheniya / I.Y. Getsov, K.H.I. Ivanov, S.P. Petkov, i dr. – Tula. – Sopot: TulGU. – VMZ. – 2003, 161 s.

Baranov Viktor Leopoldovich
Tula State University, Tula
Doctor of Technical Sciences, full professor, professor at
the department of gun armament
92 Lenin Prospect, Tula, 300012
Phone: (4872) 35–18–69
E–mail: ivts.tulgu@rambler.ru

Smirnov Nicolay Pavlovich
FSE «Nizhny Tagil Institute of Metal Testing (Ural
ammunition testing field)», Nizhny Tagil
General Director (CEO)
29 Gagarin Street, Nizhny Tagil, 622015
Phone: (3435) 47–51–10
E–mail: web@ntiim.ru

УДК 621.8

А.В. СЫТИН, А.В. КУЗАВКА, А.Ю. БАБИН

ПРИМЕНЕНИЕ МЕХАТРОННЫХ МОДУЛЕЙ В РОТОРНЫХ СИСТЕМАХ С ПОДШИПНИКАМИ СКОЛЬЖЕНИЯ

В статье рассмотрены способы создания дополнительного воздействия на ротор при помощи мехатронных модулей, на основе электромагнитного и пьезоэлектрического эффектов. Представлен принцип функционирования и условия работы лепестковых газодинамических подшипников скольжения, а также способы реализации активного управления мехатронными модулями с подвижными элементами в составе роторных агрегатов. Проведен анализ методов нагружения роторов, выявлены основные преимущества

активных мехатронных устройств, пьезоактуаторов и электромагнитных механизмов, определены слабые и сильные стороны каждого из типов исполнительного устройства. Рассматривается необходимость внедрения активных мехатронных опор в роторные машины, а также основная задача активного управления. Представлена классификация мехатронных модулей для в роторных системах, пьезоэлементов и пьезоактуаторов, электромагнитных устройств, а также схема реализации активного управления в рамках перспективных исследований в данной области.

Ключевые слова: подшипники скольжения, нагружение, мехатронные модули, электромагнитные механизмы, пьезоактуаторы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шутин, Д.В. Совершенствование гидростатодинамических подшипников посредством регулирования параметров подачи смазочного материала: дис. кандидата технических наук: 05.02.02 / Шутин Денис Владимирович. – Орёл, 2015. – 192 с.
2. Чунихин, А.А. Электрические аппараты: Общий курс. Учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп / А.А. Чунихин. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 720 с.
3. Патент СССР № 504252. Электромагнит с внешним притягивающим якорем / И.А. Тимофеев, А.В. Таврин, В.И. Кудрявцев. Опубл. 25.02.1976. Бюл. № 7.
4. Сегнетомягкие материалы [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <http://www.elparpiezo.ru/soft.html> (дата обращения: 19.02.2017).
5. Головнин, В.А. Физические основы, методы исследования и практическое применение пьезоматериалов / В.А. Головнин, И.А. Каплунов, О.В. Малышкина, Б.Б. Педько, А.А. Мовчкова. – Москва: Техносфера, 2013. – 272 с.
6. Гавриляченко, С.В. Пьезокерамика для частотно-селективных устройств / С.В. Гавриляченко, Л.А. Резниченко. – Ростов – на – Дону, 1999. – 240 с.
7. Буль, Б.К. Основы теории электрических аппаратов. Под ред. Г.В. Буткевича. Учеб. пособие для электротехнич. специальностей вузов / Б.К. Буль. – М.: Высшая школа, 1970. – 600 с.
8. Материалы средней сегнетожесткости и сегнетожесткие [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <http://www.elparpiezo.ru/hard.html> (дата обращения: 19.02.2017).
9. Свирская, С.Н. Пьезокерамическое материаловедение: Учеб. пособие / С.Н. Свирская. – Ростов – на – Дону, 2009. – 82 с.
10. Высокоанизотропные пьезокерамические материалы [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <http://www.elparpiezo.ru/anis.html> (дата обращения: 19.02.2017).
11. Быстрыгин, К.И. К вопросу исследования и проектирования высокотемпературного датчика динамического давления / К.И. Быстрыгин // НиКСС. – 2015. – № 2 (10). – С.85–90.
12. Высокотемпературные материалы [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <http://www.elparpiezo.ru/hightemp.html> (дата обращения: 19.02.2017).
13. Лушейкин, Г.А. Полимерные пьезоэлектрики. Химия / Г.А. Лушейкин. – М.: 1990. – 190 с.
14. Композитные пьезокерамические материалы [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <http://www.elparpiezo.ru/composites.html> (дата обращения: 19.02.2017).
15. Земляков, В.Л. Измерительные технологии в пьезоэлектрическом приборостроении: Учеб. пособие / В.Л. Земляков. – Ростов – на – Дону, 2010. – 114 с.
16. Паничев, А.Е. Пьезокерамические актуаторы: Учеб. пособие / А.Е. Паничев. – Ростов – на – Дону, 2008. – 159 с.
17. Хайманн, Б. Мехатроника: Компоненты, методы, примеры: Учеб. пособие / Б. Хайманн, В. Герт, К. Попп, О. Репецкий. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. – 602 с.
18. Drive and Control Technology with multilayered PZT Piezo Actuators [Электронный ресурс] // About PZT Piezo Actuators. Режим доступа: URL: <https://www.ceramtec.com/applications/piezo-applications/actuator-technology/> (дата обращения: 20.02.2017).

Сытин Антон Валерьевич
ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел
Кандидат технических наук,
доцент кафедры «Мехатроника и
международный инжиниринг»
Тел.: 89192046050
E-mail: sytin@mail.ru

Кузавка Александр Валерьевич
ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел
Аспирант
Тел.: 89192666806
E-mail: kuzavka.net@mail.ru

Бабин Александр Юрьевич
ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел
Аспирант
Тел.: 89290606012
E-mail: alex.mech.osu@gmail.com

APPLICATION OF MECHATRONIC MODULES TO ROTOR SYSTEMS ON JOURNAL BEARINGS

The paper considers ways of organization of additional impact on a rotor by means of using mechatronic modules based on electromagnetic and piezoelectric effects. A functioning principle is shown and operational conditions are presented of foil gasdynamic journal bearings; means of implementation are shown of active control of mechatronic modules with motile elements as parts of rotor machines. Analysis has been carried out of ways of loading rotors, main advantages are highlighted of mechatronic devices, piezoactuators and electromagnetic mechanisms, and strong and weak sides of all types of actuators have been determined. Necessity has been considered of introduction of active mechatronic bearing to rotary machinery as well as the main problem of active control in the course of perspective research in the field.

Keywords: journal bearings, loading, mechatronic modules, electromagnetic mechanisms, piezoactuators.

BIBLIOGRAPHY

1. Shutin, D.V. Sovershenstvovaniye gidrostatodinamicheskikh podshipnikov posredstvom regulirovaniya parametrov podachi smazochnogo materiala: dis. kandidata tekhnicheskikh nauk: 05.02.02 / Shutin Denis Vladimirovich. – Orel, 2015. – 192 s.
2. Chunikhin, A.A. Elektricheskiye apparaty: Obshchiy kurs. Uchebnik dlya vuzov. – 3–ye izd., perrab. i dop / A.A. Chunikhin. – M.: Energoatomizdat, 1988. – 720 s.
3. Patent SSSR № 504252. Elektromagnit s vneshnim prityagivayushchim yakorem / I.A. Timofeyev, A.V. Tavrin, V.I. Kudryavtsev. Opubl. 25.02.1976. Byul. № 7.
4. Segnetomyagkiye materialy [Elektronnyy resurs] // Rezhim dostupa: URL: <http://www.elpapiezo.ru/soft.html> (data obrashcheniya: 19.02.2017).
5. Golovnin, V.A. Fizicheskiye osnovy, metody issledovaniya i prakticheskoye primeneniye pyezomaterialov / V.A. Golovnin, I.A. Kaplunov, O.V. Malyshkina, B.B. Pedko, A.A. Movchkova. – Moskva: Tekhnosfera, 2013. – 272 s.
6. Gavrilyachenko, S.V. Pyezokeramika dlya chastotno–selektivnykh ustroystv / S.V. Gavrilyachenko, L.A. Reznichenko. – Rostov – na – Donu, 1999. – 240 s.
7. Bul, B.K. Osnovy teorii elektricheskikh apparatov. Pod red. G.V. Butkevicha. Ucheb. posobiye dlya elektrotekhnich. spetsialnostey vuzov / B.K. Bul. – M.: Vysshaya shkola, 1970. – 600 s.
8. Materialy sredney segnetozhestkosti i segnetozhestkiye [Elektronnyy resurs] // Rezhim dostupa: URL: <http://www.elpapiezo.ru/hard.html> (data obrashcheniya: 19.02.2017).
9. Svirskaya, S.N. Pyezokeramicheskoye materialovedeniye: Ucheb. posobiye / S.N. Svirskaya. – Rostov – na – Donu, 2009. – 82 s.
10. Vysokoanizotropnyye pyezokeramicheskiye materialy [Elektronnyy resurs] // Rezhim dostupa: URL: <http://www.elpapiezo.ru/anis.html> (data obrashcheniya: 19.02.2017).
11. Bystrygin, K.I. K voprosu issledovaniya i proyektirovaniya vysokotemperaturnogo datchika dinamicheskogo davleniya / K.I. Bystrygin // NiKSS. – 2015. – № 2 (10). – S.85–90.
12. Vysokotemperaturnyye materialy [Elektronnyy resurs] // Rezhim dostupa: URL: <http://www.elpapiezo.ru/hightemp.html> (data obrashcheniya: 19.02.2017).
13. Lushcheykin, G.A. Polimernyye pyezoelektriki. Khimiya / G.A. Lushcheykin. – M.: 1990. – 190 s.
14. Kompozitnyye pyezokeramicheskiye materialy [Elektronnyy resurs] // Rezhim dostupa: URL: <http://www.elpapiezo.ru/composites.html> (data obrashcheniya: 19.02.2017).
15. Zemlyakov, V.L. Izmeritelnyye tekhnologii v pyezoelektricheskom priborostroyenii: Ucheb. posobiye / V.L. Zemlyakov. – Rostov – na – Donu, 2010. – 114 s.
16. Panichev, A.Ye. Pyezokeramicheskiye aktyuatory: Ucheb. posobiye / A.Ye. Panichev. – Rostov – na – Donu, 2008. – 159 s.
17. Khaymann, B. Mekhatronika: Komponenty, metody, primery: Ucheb. posobiye / B. Khaymann, V. Gert, K. Popp, O. Repetskiy. – Novosibirsk: Izd–vo SO RAN, 2010. – 602 s.
18. Drive and Control Technology with multilayered PZT Piezo Actuators [Elektronnyy resurs] // About PZT Piezo Actuators. Rezhim dostupa: URL: <https://www.ceramtec.com/applications/piezo-applications/actuator-technology/> (data obrashcheniya: 20.02.2017).

Sytin Anton Valerievich
FGBOU VO «OGU named after I.S.
Turgenev», Orel
Candidate of technical Sciences,

Kuzavka Aleksandr Valerievich
FGBOU VO «OGU named after I.S.
Turgenev», g. Orel
PhD student

Babin Alexander Yurievich
FGBOU VO «OGU named after I.S.
Turgenev», Orel
PhD student

associate Professor of «Mechatronics and international engineering»
E-mail: kuzavka.net@mail.ru
Tel.: 89192046050
E-mail: sytin@mail.ru

Tel.: 89192666806
E-mail: alex.mech.osu@gmail.com

УДК 621.787.4

П.Г. МОРЕВ, К.И. КАПЫРИН, Н.В. ТАТАРЧЕНКОВ, И.М. ГРЯДУНОВ

К ВОПРОСУ ОБ УПРОЧНЕНИИ МАТЕРИАЛОВ С ЛИНЕЙНОЙ ДИАГРАММОЙ СЖАТИЯ

Разработана методика построения кривой упрочнения для материалов с линейной диаграммой сжатия при осадке. Полное семейство таких кривых можно представить в простой двухпараметрической (начальный предел текучести и начальный модуль упрочнения) аналитической форме. При этом каждая кривая семейства немонотонна и обладает участком разупрочнения. Максимум упрочнения достигается при деформации, не превышающей $\ln 2$. Экспериментальному исследованию подвергалась бронза БРО5Ц5С5 в отожжённом состоянии, причём наблюдалась неустойчивость пластического течения на макроуровне. По усреднённым результатам экспериментов построена кривая упрочнения.

Ключевые слова: деформационное упрочнение, кривая упрочнения, модуль упрочнения, бронза БРО5Ц5С5

Работа выполняется в рамках гранта Президента Российской Федерации по государственной поддержке молодых российских ученых–кандидатов наук № МК–6156.2016.8 «Разработка научно–обоснованной методики проектирования технологических процессов упрочняющей обработки комплексным локальным деформированием для формирования заданных механических свойств изделия».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киричек, А.В. Технология и оборудование статико–импульсной обработки поверхностным пластическим деформированием / А.В. Киричек, Д.Л. Соловьёв, А.Г. Лизуткин – М.: Машиностроение, 2004. – 444 с.
2. Juijerm, P. Effect of High–Temperature Deep Rolling on Cyclic Deformation Behavior of Solution–Heat–Treated Al–Mg–Si–Cu alloy / P. Juijerm, I. Altenberger // Scripta Materialia. – 2007. – 56. – 285–288.
3. Wonga, C.C. Deep Cold Rolling of Features on Aero–Engine Components / Wonga, C.C., Hartawana, A., & Teoa, W.K. // Procedia CIRP. – 2014. – 13. – P.P. 350–354.
4. Meyer, D. Surface hardening by cryogenic deep rolling / Meyer, D., Brinksmeier, E., & Hoffmann, F. // Procedia Engineering. – 2011. – 19. – P.P. 258–263.
5. Majzoobi, G.H. The Effects of Deep Rolling and Shot Peening on Fretting Fatigue Resistance of Aluminum–7075–T6 / Majzoobi, G.H., Azadikhah, K., & Nemati, J. Materials Science and Engineering: A. – 2009. – 516. – P.P. 235–247.
6. Савин, Л.А. Моделирование роторных систем с опорами жидкостного трения: монография / Л.А.Савин, О.В. Соломин. – М.: Машиностроение –1, 2006. – 444 с.
7. Gryadunov, I.M. The volumetric surface hardening of hollow axisymmetric parts by roll stamping method / I.M. Gryadunov, S.Yu. Radchenko, D.O. Dorokhov // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. – 2015. – P.P. 104–112.
8. Gryadunov, I.M. Deep Hardening of Inner Cylindrical Surface by Periodic Deep Rolling – Burnishing Process / I.M. Gryadunov, S.Yu. Radchenko, D.O. Dorokhov, P.G. Morrev // Modern Applied Science. – 2015. – P.P. 251–258.
9. Кроха, В.А. Упрочнение металлов при холодной пластической деформации: справочник / В.А. Кроха. – М.: Машиностроение, 1980. – 157 с.
10. Голенков, В.А. Структурно–аналитическая мезомеханика и ее приложения / В.А. Голенков, В.Г. Малинин, Н.А. Малинина. – М.: Машиностроение, 2009. – 635 с.

Павел Геннадьевич Морев

к.ф–м.н., инж. подразд. ТЕХНОПАРК ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орёл
E-mail: paulorel@mail.ru

Капырин Константин Игоревич

Кандидат технических наук, доцент каф. ТПМиО ФГБОУ ВО Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, г. Орёл
E-mail: kostya2257@inbox.ru

Татарченков Николай Владимирович

инж. каф. ТПМиО ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орёл
E-mail: koltat72@inbox.ru

Грядунев Игорь Михайлович

Кандидат технических наук, доцент каф. ТМиИГ ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орёл
E-mail: fry14@yandex.ru

P.G. MORREV, K.I. KAPIRIN, N.V. TATARCHENKOV, I.M. GRYADUNOV

TOWARDS THE PROBLEM OF HARDENING OF MATERIALS WITH A LINEAR FORCE-DISPLACEMENT DIAGRAM UNDER UPSETTING

A stress-strain curve reconstruction methodology is developed for materials which exhibit a linear force-displacement diagram in upsetting experiment. The entire family of such curves can be presented in a simple two-parametrical (initial yield stress and initial hardening modulus) analytical form while each curve is not monotonic and has a region of softening. A maximum of hardening is reached by a deformation value less than $\ln 2$. The experiments were conducted with annealed bronze Cu85-Sn5-Zn5-Pb5. The deformation unsteadiness at macroscopic level was observed when sample upsetting. By means of averaged experimental results, the stress-strain curve for bronze Cu85-Sn5-Zn5-Pb5 was reconstructed.

Keywords: work hardening, stress-strain curve, hardening modulus, bronze Cu85-Sn5-Zn5-Pb5.

BIBLIOGRAPHY

1. Kirichek, A.V. Tekhnologiya i oborudovaniye statiko-impulsnoy obrabotki poverkhnostnym plasticheskim deformirovaniyem / A.V. Kirichek, D.L. Solovyov, A.G. Lizutkin – M.: Mashinostroyeniye, 2004. – 444 s.
2. Juijerm, P. Effect of High-Temperature Deep Rolling on Cyclic Deformation Behavior of Solution-Heat-Treated Al-Mg-Si-Cu alloy / P. Juijerm, I. Altenberger // Scripta Materialia. – 2007. – 56. – 285–288.
3. Wonga, C.C. Deep Cold Rolling of Features on Aero-Engine Components / Wonga, C.C., Hartawana, A., & Teoa, W.K. // Procedia CIRP. – 2014. – 13. – P.P. 350–354.
4. Meyer, D. Surface hardening by cryogenic deep rolling / Meyer, D., Brinksmeier, E., & Hoffmann, F. // Procedia Engineering. – 2011. – 19. – P.P. 258–263.
5. Majzoobi, G.H. The Effects of Deep Rolling and Shot Peening on Fretting Fatigue Resistance of Aluminum-7075-T6 / Majzoobi, G.H., Azadikhah, K., & Nemati, J. Materials Science and Engineering: A. – 2009. – 516. – P.P. 235–247.
6. Savin, L.A. Modelirovaniye rotornykh sistem s oporami zhidkostnogo treniya: monografiya / L.A.Savin, O.V. Solomin. – M.: Mashinostroyeniye –1, 2006. – 444 s.
7. Gryadunov, I.M. The volumetric surface hardening of hollow axisymmetric parts by roll stamping method / I.M. Gryadunov, S.Yu. Radchenko, D.O. Dorokhov // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. – 2015. – P.P. 104–112.
8. Gryadunov, I.M. Deep Hardening of Inner Cylindrical Surface by Periodic Deep Rolling – Burnishing Process / I.M. Gryadunov, S.Yu. Radchenko, D.O. Dorokhov, P.G. Morrev // Modern Applied Science. – 2015. – P.P. 251–258.
9. Krokha, V.A. Uprochneniye metallov pri kholodnoy plasticheskoy deformatsii: spravochnik / V.A. Krokha. – M.: Mashinostroyeniye, 1980. – 157 s.
10. Golenkov, V.A. Strukturno-analiticheskaya mezomekhanika i yeye prilozheniya / V.A. Golenkov, V.G. Malinin, N.A. Malinina. – M.: Mashinostroyeniye, 2009. – 635 s.

Morrev Paul Gennadievich

c.f.-m.s, ingeneer of TECHNOPARK subdivision of Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel
E-mail: paulorel@mail.ru

Kapirin Konstantin Igorevich

c.t.s, associate Professor of TPMiO subdivision of Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel
E-mail: kostya2257@inbox.ru

Tatarchenkov Nikolay Vladimirovich

Ingeneer of TPMiO subdivision of Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel
E-mail: koltat72@inbox.ru

Gryadunov Igor Mihailovich

c.t.s, associate Professor of TMIIG subdivision of Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel
E-mail: fry14@yandex.ru

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

УДК 621.983.3:621.798.144:669.71

Г.М. ЖУРАВЛЕВ, Е.А. ГРЕЧИШКИН

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ХОЛОДНОГО ОБЖАТИЯ ОСЕСИММЕТРИЧНОЙ ДЕТАЛИ

В работе исследован процесс пластического деформирования цилиндрической детали. Рассмотрен вариант расчета деформаций, напряжений, технологического усилия.

Ключевые слова: *пластическая деформация, напряженно-деформированное состояние, деформационная повреждаемость, упрочнение, механические свойства.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Романовский, В.П. Справочник по холодной штамповке / В.П. Романовский. – Л.: Машиностроение. Ленинград. отдел., 1979. – 520 с.
2. Гречников, Ф.В. Моделирование объектов в металлургии и обработке металлов давлением / Ф.В. Гречников, И.П. Попов, А.Г. Шляпугин. – Самара: Изд-во Самар, гос. аэрокосм, ун-та, 2007. – 96 с.
3. Зенкевич, О. Конечные элементы и аппроксимация: Пер. с англ / О. Зенкевич, К. Морган. – М.: Мир, 1986. – 318 с.
4. Тутышкин, Н.Д. Комплексные задачи теории пластичности / Н.Д. Тутышкин, А.Е. Гвоздев, В.И. Трегубов и др. – Тула, Изд-во ТулГУ, 2015. – 372 с.

Журавлев Геннадий Модестович
ФГБОУ ВПО «Тульский государственный университет», город Тула
доктор технических наук;
300012, г. Тула, пр. Ленина, 92, Россия,
Справочная: (4872) 73-44-44
(4872) 33-24-10

Гречишкин Евгений Артурович
ФГБОУ ВПО «Тульский государственный университет», город Тула
аспирант,
300012, г. Тула, пр. Ленина, 92, Россия,
Справочная: (4872) 73-44-44
(4872) 33-24-10

G.M. ZHURAVLEV, E.A. GRECHISHKIN

COMPUTER SIMULATION OF THE PROCESS COLD APPEAL OF THE AXISMETRIC DETAIL

The process of plastic deformation of a cylindrical part is investigated. The variant of calculation of deformations, stresses, technological effort is considered.

Keywords: *plastic deformation, stress-strain state, deformation damage, hardening, mechanical properties.*

BIBLIOGRAPHY

1. Romanovskiy, V.P. Spravochnik po kholodnoy shtampovke / V.P. Romanovskiy. – L.: Mashinostroyeniye. Leningrad. otдел., 1979. – 520 s.
2. Grechnikov, F.V. Modelirovaniye obyektov v metallurgii i obrabotke metallov davleniyem / F.V. Grechnikov, I.P. Popov, A.G. Shlyapugin. – Samara: Izd-vo Samar, gos. aerokosm, un-ta, 2007. – 96 s.
3. Zenkevich, O. Konechnyye elementy i approksimatsiya: Per. s angl / O. Zenkevich, K. Morgan. – M.: Mir, 1986. – 318 s.
4. Tutyshkin, N.D. Kompleksnyye zadachi teorii plastichnosti / N.D. Tutyshkin, A.Ye. Gvozdev, V.I. Tregubov i dr. – Tula, Izd-vo TulGU, 2015. – 372 s.

Zhuravlev Gennadiy Modestovich
«Tula state university», Tula
D. Technical Sciences;
300012, Tula, st. Lenina, 92, Russia,
Ph.: (4872) 73-44-44, (4872) 33-24-10

Grechishkin Evgenij Arturovich
«Tula state university», Tula
graduate student,
300012, Tula, st. Lenina, 92, Russia,
Ph.: (4872) 73-44-44, (4872) 33-24-10

УДК 621.9

А.А. МУРАВЬЕВ, А.С. ТАРАПАНОВ, Т.Н. ШАБЛИНСКАЯ

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПЛАСТМАССОВЫХ КОЛЕС С КРУГОВЫМИ ЗУБЬЯМИ

В статье рассмотрены проблемы внедрения зубчатых колес из пластмасс в промышленное производство. Показано, что их определенных недостатков, сравнительно с металлическими, можно избежать, если применять колеса с круговым зубом. Это касается, прежде всего, такого важного параметра как изгибная прочность зуба. Производится сравнение по эффективности трех методов формообразования: лезвийной обработки на станках с ЧПУ, литье в специальную пресс-форму и аддитивное производство на основе экструзии. Установлено, что аддитивное формообразование целесообразно для единичного производства и мелких серий деталей. Для средних серий пластмассовых колес с круговым зубом наиболее выгодны лезвийная обработка на станках с ЧПУ и литье в пресс-формы.

Ключевые слова: пластмассовые зубчатые колеса, зубчатые колеса с круговым зубом, аддитивное производство.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ivanov, I. The possibilities of improving the operational characteristics of vehicle gear by the use of cylindrical arched tooth gear drive / I. Ivanov, P. Rubin, A. Tarapanov, N. Kanatnikov // Transport Problems. – 2016. – Vol. 11. – P 61–66.
2. Гибсон, Я. Технологии аддитивного производства. Трехмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство / Я. Гибсон, Д. Розен, Б. Стакер. – М.: ТЕХНОСФЕРА, 2016. – 656 с.
3. Технические характеристики пластиков для FDM 3D печати [Электронный ресурс] URL: ftp://ftp.terem.ru/customer/TX_eSun.pdf (дата обращения 15.04.2017).
4. Dutch Filaments | PA-CX12 [Электронный ресурс] URL: <http://www.dutchfilaments.com/wp-content/uploads/2017/05/PA-CX12@df-2017-04-14-UK.pdf> (дата обращения 15.04.2017).
5. Dutch Filaments | PC [Электронный ресурс] URL: <http://www.dutchfilaments.com/wp-content/uploads/2017/05/PC@df-2017-04-19-UK.pdf> (дата обращения 15.04.2017).
6. Dutch Filaments | PET-G [Электронный ресурс] URL: <http://www.dutchfilaments.com/wp-content/uploads/2017/05/PET-G@df-2017-04-14-UK.pdf> (дата обращения 15.04.2017).
7. Качественный POM 3D пластик 3DDevice (полиацеталь) [Электронный ресурс] URL: <https://3ddevice.com.ua/product/pom-3d-plastik-3ddevice/> (дата обращения 15.04.2017).
8. Пластмассовые зубчатые колеса в механизмах приборов. Расчет и конструирование под общей ред. В.Е. Старжинского и Е.В. Шалобаева / Авт. В.Е. Старжинский, Б.П. Тимофеев, Е.В. Шалобаев, А.Т. Кудинов. Санкт-Петербург – Гомель: ИММС НАН Б, 1998, – 538 с.
9. Компаид Инженерные Пластики – Поликарбонат (ПК, PC) [Электронный ресурс] URL: <http://www.kompid.ru/materialy/polikarbonat-pk-pc.php> (дата обращения 15.04.2017).
10. Полиэтилентерефталатгликоль (PETG) – Элмика [Электронный ресурс] URL: <http://polimer1.ru/catalog/standartnye-polimery/polietilenterefalatglikol-petg> (дата обращения 15.04.2017).

Муравьев Андрей Александрович
ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел.
Аспирант кафедры
«Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».
302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95
Тел. 8-900-484-27-30
E-mail: andrei-20101@yandex.ru

Тарпанов Александр Сергеевич
ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел.
Доктор техн. наук, профессор
кафедры «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».
302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95
Тел. 8-906-665-00-02,
E-mail: tarapanov@rambler.ru

Шаблинская Татьяна Николаевна
ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел.
Аспирант кафедры
«Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».
302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95
Тел. 8-903-880-68-38
E-mail: 2007tasha@rambler.ru

A.A. MURAVEV, A.S. TARAPANOV, T.N. SHABLINSKAYA

CHOICE OF TECHNOLOGY FOR FORMAL FORMATION OF CYLINDRICAL PLASTIC WHEELS WITH CIRCULAR TEETH

In the paper problems of introduction of gear wheels from plastic to industrial production are considered. It is shown that there are definitely disadvantages, in more detail with metallic ones, can be avoided if wheels with a circular tooth are used. This concerns, above all, such an important parameter as the flexural strength of the tooth. We compare three forming methods: blade machining on CNC machines, injection into a special mold and additive production on the basis of extrusion. It is established that additive shaping is expedient for single production and small series of parts. For medium-sized series of plastic wheels with a circular tooth, blade machining on CNC machines and molding in molds is most advantageous.

Keywords: plastic cogwheels, cogwheels with circular tooth, additive production.

BIBLIOGRAPHY

1. Ivanov I. Vozможности sovershenstvovaniya ekspluatatsionnykh kharakteristik mekhanizma transportnogo sredstva s ispolzovaniyem tsilindricheskogo dugovogo zubchatogo koleasa / I. Ivanov, P. Rubin, A. Tarapanov, N. Kanatnikov // Problemy transporta. – 2016. – Vol. 11. – P 61–66.
2. Gibson, YA. Tekhnologii additivnogo proizvodstva. Trekhmernaya pechat, bystroye prototipirovaniye i pryamoye tsifrovoye proizvodstvo / YA. Gibson, D. Rozen, B. Staker. – M.: TEKHNO SFERA, 2016. – 656 s.
3. Tekhnicheskiye kharakteristiki plastikov dlya FDM 3D pechati [Elektronnyy resurs] URL: ftp://ftp.terem.ru/customer/TX_eSun.pdf (data obrashcheniya 15.04.2017).
4. Nitevidnyye niti | PA-CX12 [Elektronnyy resurs] URL: <http://www.dutchfilaments.com/wp-content/uploads/2017/05/PA-CX12@df-2017-04-14-UK.pdf> (data obrashcheniya 15.04.2017).
5. Nitevidnyye niti | PK [Elektronnyy resurs] URL: <http://www.dutchfilaments.com/wp-content/uploads/2017/05/PC@df-2017-04-19-UK.pdf> (data obrashcheniya 15.04.2017).
6. Gollandskiye niti | PET-G [Elektronnyy resurs] URL: <http://www.dutchfilaments.com/wp-content/uploads/2017/05/PET-G@df-2017-04-14-UK.pdf> (data obrashcheniya 15.04.2017).
7. Kachestvennyy POM 3D plastik 3DDevice (poliatsetal) [Elektronnyy resurs] URL: <https://3ddevice.com.ua/product/pom-3d-plastik-3ddevice/> (data obrashcheniya 15.04.2017).
8. Plastmassovyye zubchatyye koleasa v mekhanizmaxh priborov. Raschet i konstruirovaniye pod obshchey red. V.Ye. Starzhinskogo i Ye.V. Shalobayeva / Avt. V.Ye. Starzhinskiy, B.P. Timofeyev, Ye.V. Shalobayev, A.T. Kudinov. Sankt-Peterburg – Gomel: IMMS NAN B, 1998, – 538 s.
9. Kompamid Inzhenernyye Plastiki – Polikarbonat (PK, PK) [Elektronnyy resurs] URL: <http://www.kompamid.ru/materialy/polikarbonat-pk-pc.php> (data obrashcheniya 15.04.2017).
10. Polietilentereftalatglikol (PETG) – Elmika [Elektronnyy resurs] URL: <http://polimer1.ru/catalog/standartnyepolimery/polietilentereftalatglikol-petg> (data obrashcheniya 15.04.2017).

Muravev Andrei Aleksandrovich
OSU named I.S. Turgenev, Orel
postgraduate
302026, Komsomolskaya st., 95, Orel
Ph.: 8-900-484-27-30
E-mail: andrei-20101@yandex.ru

Tarapanov Aleksandr Sergeevich
OSU named I.S. Turgenev, Orel
doctor of technical sciences, professor.
302026, Komsomolskaya st., 95, Orel
Ph.: 8-906-665-00-02,
E-mail: tarapanov@rambler.ru

Shablinskaia Tatiana Nikolaevna
OSU named I.S. Turgenev, Orel
postgraduate
302026, Komsomolskaya st., 95, Orel
Ph.: 8-903-880-68-38
E-mail: 2007tasha@rambler.ru

УДК 621.7

Ю.А. ЛАВРИНЕНКО

ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ И СПОСОБЫ УПРОЧНЕНИЯ ПРУЖИН КЛАПАНА ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

В статье приведены сведения о влиянии на сопротивление усталости пружин клапана двигателей внутреннего сгорания химического состава проволоки, механических свойств, глубины и количества поверхностных дефектов, величины обезуглероживания, наличия и размеров неметаллических включений. Также показано, что упрочнение пружин, включая дробеструйную обработку, термоосаду, пластическую холодную осаду оказывает значительное влияние на сопротивление усталости пружин.

Ключевые слова: пружины клапана, упрочнение пружин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пономарев, С.Д. Расчеты на прочность в машиностроении / Под общей редакцией Пономарева С.Д. в 3 т. М. Машгиз, 1956. – 974 с.
2. Ануриев, В.Н. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3т. / В.Н. Ануриев. – М.: Машиностроение, 1980. – 559 с.
3. Пономарев, С.Д. Расчет упругих машин и приборов / С.Д. Пономарев Л.Е. Андреева. – М.: Машиностроение, 1980. – 326 с.
4. Остроумов, В.П. Повышение динамической прочности пружин / В.П. Остроумов В.А. Карпунин. – Урало-Сибирское отделение Машгиза, 1961. – 112 с.
5. Пономарев, С.Д. Литература по витым пружинам. Новые методы расчета пружин / Под общей редакцией Пономарева С.Д. – М.: Машгиз. – 1946. – С. 106–142.
6. Лавриненко, Ю.А. Упрочнение пружин / Ю.А. Лавриненко, Е.Г. Белков, В.В. Фадеев. – Издательский дом «Бизнес-Партнёр», 2002. – 124 с.

Лавриненко Юрий Андреевич

Государственный научный центр РФ ФГУП «НАМИ»

Кандидат технических наук, доцент, начальник отдела стандартизации

125438, г. Москва, ул. Автомоторная, д. 2

Тел.: +7 (495) 456–57–00

E-mail: lavrinenko52@mail.ru

Yu.A. LAVRINENKO

THE REQUIREMENTS TO MATERIALS AND METHODS OF HARDENING MOTOR VALVE SPRINGS

The data of influence of chemical composition of wire, mechanical properties, depth and numbers of surface defects, presence and numbers of non-metallic inclusions to fatigue resistance. It is also shown that the hardening of springs included shot blasting, heat upsetting, cold plastic upsetting effects to fatigue resistance of springs.

Keywords: valve springs, hardening of springs.

BIBLIOGRAPHY

1. Ponomarev, S.D. Raschety na prochnost v mashinostroyenii / Pod obshchey redaktsiyey Ponomareva S.D. v 3 t. M. Mashgiz, 1956. – 974 s.
2. Anuryev, V.N. Spravochnik konstruktora–mashinostroitel'ya: v 3t. / V.N. Anuryev. – M.: Mashinostroyeniye, 1980. – 559 s.
3. Ponomarev, S.D. Raschet uprugikh mashin i priborov / S.D. Ponomarev L.Ye. Andreyeva. – M.: Mashinostroyeniye, 1980. – 326 s.
4. Ostroumov, V.P. Povysheniye dinamicheskoy prochnosti pruzhin / V.P. Ostroumov V.A. Karpunin. – Uralo–Sibirskoye otdeleniye Mashgiza, 1961. – 112 s.
5. Ponomarev, S.D. Literatura po vitym pruzhinam. Novyye metody rascheta pruzhin / Pod obshchey redaktsiyey Ponomareva S.D. – M.: Mashgiz. – 1946. – S.106–142.
6. Lavrinenko, YU.A. Uprochneniye pruzhin / YU.A. Lavrinenko, Ye.G. Belkov, V.V. Fadeyev. – Izdatelskiy dom «Biznes–Partner», 2002. – 124 s.

Lavrinenko Yuri Andreevich

State Research Center of the Russian Federation FSUE «NAMI», Moscow

Candidate of Tech. Science, Docent, Head of Department of Standardization

125438, Moscow, Automotornaya str., 2

Tel.: +7 (495) 456–57–00

E-mail: lavrinenko52@mail.ru

ПРИБОРЫ, БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 629.7.05.67:629.7.054.44

В.В. СОЛДАТКИН, Н.Н. МАКАРОВ

РАЗРАБОТКА И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВОЗДУШНЫХ СИГНАЛОВ ВЕРТОЛЕТА С НЕПОДВИЖНЫМ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ АЭРОМЕТРИЧЕСКИМ ПРИЕМНИКОМ

Рассмотрены полетные задачи вертолета, при решении которых необходимо контролировать воздушные сигналы в условиях возмущений вихревой колонны несущего винта, ограничивающей применение традиционных систем измерения. Предложено для контроля воздушных сигналов использовать отфильтрованную информацию аэродинамического поля вихревой колонны, воспринимаемую оригинальным неподвижным многофункциональным аэрометрическим приемником. Приведены конструктивная схема приемника и алгоритмы обработки информативных сигналов и определения воздушных сигналов на различных

режимах полета вертолета. Раскрываются результаты разработки и трубных испытаний экспериментального образца системы контроля воздушных сигналов, свидетельствующие о высокой инструментальной точности ее измерительных каналов и определяют перспективы применения системы на вертолетах различного класса.

Ключевые слова: вертолет, система воздушных сигналов, вихревая колонна, аэродинамическое поле, неподвижный многофункциональный аэрометрический приемник, алгоритмы обработки информации, разработка, экспериментальные исследования, аэродинамическая труба, результаты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Володко А.М. Безопасность полетов вертолетов / А.М. Володко. – М.: Транспорт, 1981. – 223с.
2. Петросян Э.А. Аэродинамика соосного вертолета: балансировки, устойчивость, управление, маневрирование, автоматическая стабилизация и управление / Э.А. Петросян. – М.: Полигон–Пресс, 2004. – 816 с.
3. Алексеев, Н.В. Системы измерения воздушных параметров нового поколения / Н.В. Алексеев, В.Г. Кравцов, О.И. Назаров и др. // *Авиакосмическое приборостроение*. – 2003. – № 8. – С.31–36.
4. Козицин, В.К. Анализ принципов построения систем измерения воздушных сигналов вертолета / В.К. Козицин, Н.Н. Макаров, А.А. Порунов, В.М. Солдаткин // *Авиакосмическое приборостроение*. – 2003. – № 10. – С.2–13.
5. Солдаткин, В.В. Аэрометрическая система измерения малых воздушных скоростей вертолета на основе информации о положении вихревой колонны несущего винта / В.В. Солдаткин // *Известия вузов. Авиационная техника*. – 2009. – № 4. – С.52–56.
6. Солдаткин, В.В. Система воздушных сигналов вертолета на основе неподвижного комбинированного аэрометрического приемника и информации аэродинамического поля вихревой колонны несущего винта: Монография / В.В. Солдаткин. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012. – 284с.
7. Семенов, А.В. Повышение точности и помехоустойчивости элементов бортовых систем обеспечения безопасности полета летательных аппаратов: Автореферат дисс. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук / А.В. Семенов. Ульяновск: Ульяновск. гос. техн. ун-т, 2008. – 18 с.
8. Патент РФ №2427844 МПК G01P 5/14. Система воздушных сигналов вертолета / Солдаткин В.В., Солдаткин В.М., Порунов А.А., Никитин А.В., Макаров Н.Н., Кожевников В.И., Белов В.П., Истомина Д.А. Заявл. 09.03.2010. №2010108881/28. Оpubл. 27.08.2011. Бюл. №24.
9. Солдаткин, В.М. Методы и средства измерения аэродинамических углов летательных аппаратов / В.М. Солдаткин. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2011. – 448 с.
10. Петунин, А.Н. Методы и техника измерения параметров газового потока / А.Н. Петунин. – М.: Машиностроение, 1972. – 332с.
11. Солдаткин, В.В. Теоретические основы построения системы воздушных сигналов вертолета на основе неподвижного многофункционального аэрометрического приемника / В.В. Солдаткин // *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. – 2012. – Вып. 7. – С. 245–253.
12. Солдаткин, В.В. Система воздушных сигналов вертолета на основе неподвижного многофункционального аэрометрического приемника и информации аэродинамического поля вихревой колонны несущего винта: Автореферат дисс. на соиск. уч. ст. докт. техн. наук / В.В. Солдаткин. – Казань: Казан. национал. исследоват. техн. ун-т им А.Н. Туполева–КАИ, 2013. – 40 с.

Солдаткин Вячеслав Владимирович
ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский технический университет
имени А.Н. Туполева–КАИ», г. Казань.
Доктор технических наук, доцент кафедры «Приборы
и информационно–измерительные системы»
420111, г.Казань, ул. К.Маркса, д. 10
тел. 8–917–289–06–75
E–mail: w–soldatkin@mail.ru

Макаров Николай Николаевич
АО «Ульяновское конструкторское бюро
приборостроения», г. Ульяновск.
Доктор технических наук, советник генерального
директора
432071, г. Ульяновск, ул. Крымова, д. 10А
Тел.8–960–370–12–12
E–mail: makarov1949@mail.ru

V.V. SOLDATKIN, N.N. MAKAROV

DEVELOPMENT AND EXPERIMENTAL STUDY OF SYSTEM OF AIR DATA SIGNALS HELICOPTER WITH A STATIONARY MULTIFUNCTIONAL AEROMETRIC RECEIVER

Flight tasks of helicopter when solution of which is necessary to control the air data signals in terms of perturbations of vortex column of main rotor, limiting the use of traditional measurement systems are considered.

Proposed for the control of air data signals to use filtered information of aerodynamic field of vortex column, perceived original stationary multifunctional aerometric receiver.

The constructive scheme of receiver and algorithms for processing informative signals and the determination of the air data signals at different flight modes of the helicopter are given.

Results of development and pipe test of experimental sample control system of air data signals that indicate a high instrumental accuracy of its measuring channels and determine the prospects of application of the system on helicopters of various classes are reveals.

Keywords: helicopter, air data system, vortex column, aerodynamic field, stationary multifunctional aerometric receiver, algorithms of information processing, development, experimental investigations, wind tunnel, results.

BIBLIOGRAPHY

1. Volodko A.M. Bezopasnost poletov vertoletov / A.M. Volodko. – M.: Transport, 1981. – 223s.
2. Petrosyan E.A. Aerodinamika soosnogo vertoleteta: balansirovki, ustoychivost, upravleniye, manevrirovaniye, avtomaticheskaya stabilizatsiya i upravleniye / E.A. Petrosyan. – M.: Poligon-Press, 2004. – 816 s.
3. Alekseyev, N.V. Sistemy izmereniya vozduzhnykh parametrov novogo pokoleniya / N.V. Alekseyev, V.G. Kravtsov, O.I. Nazarov i dr. // Aviakosmicheskoye priborostroyeniye. – 2003. – № 8. – S.31–36.
4. Kozitsin, V.K. Analiz yego postroyeniya sistem izmereniya vozduzhnykh signalov vertoleteta / V.K. Kozitsin, N.N. Makarov, A.A. Porunov, V.M. Soldatkin // Aviakosmicheskoye priborostroyeniye. – 2003. – № 10. – S.2–13.
5. Soldatkin, V.V. Aerometricheskaya sistema izmereniya malykh skorostey vertoleteta na osnove informatsii o polozhenii vikhrevoy kolonny nesushchego vinta / V.V. Soldatkin // Izvestiya vuzov. Aviationsnaya tekhnika. – 2009. – № 4. – S.52–56.
6. Soldatkin, V.V. Sistema vozduzhnykh soobshcheniy vertoleteta na osnove nepodvizhnogo kombinirovannogo aerometricheskogo priyemnika i informatsii aerodinamicheskogo polya vikhrevoy kolonny nesushchego vinta: Monografiya / V.V. Soldatkin. – Kazan: Izd-vo Kazan. gos. tekhn. Un-ta, 2012. – 284s.
7. Semenov, A.V. Povysheniye tochnosti i pomekhoustoychivosti elementov bortovykh sistem obespecheniya bezopasnosti poleta letatelnykh apparatov: Avtoreferat diss. Na soisk. uch. st. kand. tekhn. Nauk / A.V. Semenov. Ulyanovsk: Ulyanovsk. gos. tekhn. Un-t, 2008. – 18 s.
8. Patent RF №2427844 MPK G01R 5/14. Sistema vozduzhnykh signalov vertoleteta / Soldatkin V.V., Soldatkin V.M., Porunov A.A., Nikitin A.V., Makarov N.N., Kozhevnikov V.I., Belov V.P., Istomin D.A. A. Zayavl. 09.03.2010. №2010108881 / 28. Opubl. 27.08.2011. Byul. №24.
9. Soldatkin, V.M. Metody i sredstva izmereniya aerodinamicheskikh uglov letatelnykh apparatov / V.M. Soldatkin. Kazan: Izd-vo Kazan. gos. tekhn. Un-ta, 2011. – 448 s.
10. Petunin, A.N. Metody i tekhnika izmereniya parametrov gazovogo potoka / A.N. Petunin. – M.: Mashinostroyeniye, 1972. – 332s.
11. Soldatkin, V.V. Teoreticheskiye osnovy postroyeniya sistem vozduzhnogo soobshcheniya na osnove statsionarnogo mnogofunktsionalnogo aerometricheskogo priyemnika / V.V. Soldatkin // Izvestiya Tulskogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskkiye nauki. – 2012. – Vyp. 7. – S. 245–253.
12. Soldatkin, V.V. Sistema vozduzhnykh soobshcheniy vertoleteta na osnove statsionarnogo mnogofunktsionalnogo aerodinamicheskogo priyemnika i informatsii aerodinamicheskogo polya vikhrevoy kolonny nesushchego vinta: Avtoreferat diss. Na soisk. uch. st. dokt. tekhn. Nauk / V.V. Soldatkin. – Kazan: Kazan. natsional. issledovato. tekhn. Un-t im A.N. Tupoleva-KAI, 2013. – 40 s.

Soldatkin Vyacheslav Vladimirovich
FGBOU VO «Kazan National Research Technical University A.N. Tupolev-KAI», Kazan.
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department «Instruments and Information and Measurement Systems»
420111, Kazan, ul. K.Marksa Street 10
Tel. 8-917-289-06-75
E-mail: w-soldatkin@mail.ru

Makarov Nikolay Nikolaevich
JSC «Ulyanovsk Design Bureau of Instrument Engineering», Ulyanovsk.
Doctor of Technical Sciences, Adviser to the General Director
432071, Ulyanovsk, ul. Krymov Str. 10A
Tel.8-960-370-12-12
E-mail: makarov1949@mail.ru

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

УДК 629.735.45:551.53

А.В. НИКИТИН, В.М. СОЛДАТКИН

РАЗРАБОТКА И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ВЕТРА

НА БОРТУ ВЕРТОЛЕТА

Рассмотрена важность контроля скорости и угла направления ветра относительно продольной оси вертолета на стоянке, стартовых и взлетно-посадочных режимах и ограничения их определения бортовыми средствами из-за влияния вихревой колонны несущего винта. Предложено для определения параметров ветра использовать информацию результирующего воздушного потока вихревой колонны, воспринимаемой неподвижным комбинированным аэрометрическим приемником. Приведены конструкторская схема датчика воздушных сигналов, функциональная схема и алгоритмы определения параметров ветра на стоянке, стартовых и взлетно-посадочных режимах вертолета. Раскрываются результаты разработки и трубных испытаний экспериментального образца бортовой системы контроля параметров ветра, свидетельствующей о высокой инструментальной точности и перспективах применения системы на различных классах вертолетов.

Ключевые слова: вертолет, ветер, скорость, угол направления, контроль, бортовая система, датчик воздушных сигналов, алгоритмы, разработка, экспериментальный образец, трубные испытания, результаты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по летной эксплуатации вертолета Ми-8 (издание 4-ое). – М.: Авторитет, 1996. – 554 с.
2. Ерусалимский, М.А. Экипажам вертолетов – информационную поддержку / М.А. Ерусалимский, В.Н. Егоров // Авиасоюз. – 2011. – № 2 (35). – С. 24–25.
3. Володко, А.М. Основы аэродинамики и динамики полета вертолета / А.М. Володко. – М.: Транспорт, 1988. – 342 с.
4. Козицин, В.К. Анализ принципов построения систем измерения воздушных сигналов вертолета / В.К. Козицин, Н.Н. Макаров, А.А. Порунов, В.М. Солдаткин // Авиакосмическое приборостроение. – 2003. – № 10. – С. 2–13.
5. Солдаткин, В.В. Аэрометрическая система измерения малых воздушных скоростей вертолета на основе информации о положении вихревой колонны / В.В. Солдаткин // Известия вузов. Авиационная техника. – 2009. – № 4. – С. 52–56.
6. Солдаткин В.В., Никитин А.В. Система воздушных сигналов вертолета на основе неподвижного комбинированного аэрометрического приемника / В.В. Солдаткин, А.В. Никитин // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2010. – № 6. – С. 71–78.
7. Солдаткин, В.В. Система воздушных сигналов вертолета на основе неподвижного аэрометрического приемника и информации аэродинамического поля вихревой колонны несущего винта: Монография / В.В. Солдаткин. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012. – 284 с.
8. Никитин, А.В. Построение и алгоритмы обработки информации системы измерения малых воздушных скоростей на стартовых и взлетно-посадочных режимах / А.В. Никитин, В.В. Солдаткин, В.М. Солдаткин // Электронный журнал «Труды МАИ». – 2012. – № 61. – 14 с.
9. Никитин, А.В. Система измерения параметров вектора ветра на стартовых и взлетно-посадочных режимах вертолета / А.В. Никитин, В.В. Солдаткин, В.М. Солдаткин // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2013. – № 6. – С. 64–70.
10. Патент РФ №2426995, МПК G 01 P 5/00. Система измерения малых воздушных скоростей вертолета / В.В. Солдаткин, В.М. Солдаткин, Н.А. Порунов, Н.Н. Макаров, В.П. Белов, Д.А. Истомин. Заявл. 23.11.2009. Оpubл. 20.08.2011. – Бюл. № 23.
11. Патент РФ №2427844, МПК G 01 P 5/14. Система воздушных сигналов вертолета / Солдаткин В.В., Солдаткин В.М., Порунов А.А., Никитин А.В., Макаров Н.Н., Кожевников В.И., Белов В.П., Истомин Д.А. Заявл. 09.06.2010. №20102427844. Оpubл. 27.08.2011. – Бюл. № 24.
12. Порунов, А.А. Методология построения и модели информативных сигналов неподвижного многоканального проточного аэрометрического приемника системы воздушных сигналов вертолета / А.А. Порунов, В.В. Солдаткин, В.М. Солдаткин // Известия вузов. Авиационная техника. – 2010. – № 4. – С. 58–63.

Никитин Александр Владимирович
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева-КАИ», г. Казань.
Кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Приборы и информационно-измерительные системы»
420111, г. Казань, ул. К.Маркса, д. 10
тел. 8–987–220–50–20
E-mail: nikitin.rf@mail.ru

Солдаткин Владимир Михайлович
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева-КАИ», г. Казань.
Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Приборы и информационно-измерительные системы»
420111, г. Казань, ул. К.Маркса, д. 10
тел. 8–987–290–81–48
E-mail: w-soldatkin@mail.ru

A.V. NIKITIN, V.M. SOLDATKIN

DEVELOPMENT AND EXPERIMENTAL STUDY OF CONTROL SYSTEM OF WIND PARAMETERS ON BOARD THE HELICOPTER

The importance of control of speed and angle of wind direction relative to the longitudinal axis of helicopter in Parking, starting and take-off and landing modes and limitations of their definition with on-board tools due to the influence of the vortex column of the main rotor is shown.

Proposed to determine the parameters of wind to use the information about resulting air flow of vortex column, perceived stationary combined aerometric receiver. The design scheme of air data sensor, functional diagram and algorithms for determining of parameters of wind in the parking, starting and take-off and landing modes of helicopter are given. Results of development and pipe test for the experimental sample of onboard system for control of wind parameters, demonstrating a high instrumental accuracy and future application of system in different classes of helicopters are reveals.

Keywords: *helicopter, wind, speed, angle of direction, control, on-board system, air data sensor, algorithms, development, experimental model, pipe test, results.*

BIBLIOGRAPHY

1. Rukovodstvo po letnoy ekspluatatsii vertoleta Mi-8 (izdaniye 4-oye). – M.: Avtoritet, 1996. – 554 s.
2. Yeruslimskiy, M.A. Ekipazham vertoletov – informatsionnyu podderzhku / M.A. Yeruslimskiy, V.N. Yegorov // Aviasoyuz. – 2011. – № 2 (35). – S. 24–25.
3. Volodko, A.M. Osnovy aerodinamiki i dinamiki poleta vertoleta / A.M. Volodko. – M.: Transport, 1988. – 342 s.
4. Kozitsin, V.K. Analiz printsipov postroyeniya sistem izmereniya vozdushnykh signalov vertoleta / V.K. Kozitsin, N.N. Makarov, A.A. Porunov, V.M. Soldatkin // Aviakosmicheskoye priborostroyeniye. – 2003. – № 10. – S. 2–13.
5. Soldatkin, V.V. Aerometricheskaya sistema izmereniya malykh vozdushnykh skorostey vertoleta na osnove informatsii o polozhenii vikhrevoy kolonny / V.V. Soldatkin // Izvestiya vuzov. Aviatsionnaya tekhnika. – 2009. – № 4. – S. 52–56.
6. Soldatkin V.V., Nikitin A.V. Sistema vozdushnykh signalov vertoleta na osnove nepodvizhnogo kombinirovannogo aerometricheskogo priyemnika / V.V. Soldatkin, A.V. Nikitin // Mekhatronika, avtomatizatsiya, upravleniye. – 2010. – № 6. – S. 71–78.
7. Soldatkin, V.V. Sistema vozdushnykh signalov vertoleta na osnove nepodvizhnogo aerometricheskogo priyemnika i informatsii aerodinamicheskogo polya vikhrevoy kolonny nesushchego vinta: Monografiya / V.V. Soldatkin. – Kazan: Izd-vo Kazan. gos. tekhn. un-ta, 2012. – 284 s.
8. Nikitin, A.V. Postroyeniye i algoritmy obrabotki informatsii sistemy izmereniya malykh vozdushnykh skorostey na startovykh i vzletno-posadochnykh rezhimakh / A.V. Nikitin, V.V. Soldatkin, V.M. Soldatkin // Elektronnyy zhurnal «Trudv MAI». – 2012. – № 61. – 14 s.
9. Nikitin, A.V. Sistema izmereniya parametrov vektora vetra na startovykh i vzletno-posadochnykh rezhimakh vertoleta / A.V. Nikitin, V.V. Soldatkin, V.M. Soldatkin // Mekhatronika, avtomatizatsiya, upravleniye. – 2013. – № 6. – S. 64–70.
10. Patent RF №2426995, MPK G 01 P 5/00. Sistema izmereniya malykh vozdushnykh skorostey vertoleta / V.V. Soldatkin, V.M. Soldatkin, N.A. Porunov, N.N. Makarov, V.P. Belov, D.A. Istomin. Zayavl. 23.11.2009. Opubl. 20.08.2011. – Byul. № 23.
11. Patent RF №2427844, MPK G 01 P 5/14. Sistema vozdushnykh signalov vertoleta / Soldatkin V.V., Soldatkin V.M., Porunov A.A., Nikitin A.V., makarov N.N., Kozhevnikov V.I., Belov V.P., Istomin D.A. Zayavl. 09.06.2010. №20102427844. Opubl. 27.08.2011. – Byul. № 24.
12. Porunov, A.A. Metodologiya postroyeniya i modeli informativnykh signalov nepodvizhnogo mnogokanalnogo protochnogo aerometricheskogo priyemnika sistemy vozdushnykh signalov vertoleta / A.A. Porunov, V.V. Soldatkin, V.M. Soldatkin // Izvestiya vuzov. Aviatsionnaya tekhnika. – 2010. – № 4. – S. 58–63.

Nikitin Alexander Vladimirovich
 FGBOU VO «Kazan National Research Technical University
 A.N. Tupolev-KAI», Kazan.
 Candidate of technical sciences, senior lecturer of the department «Instruments and information-measuring systems»
 420111, Kazan, ul. K.Marksa Street 10
 Tel. 8-987-220-50-20
 E-mail: nikitin.rf@mail.ru

Soldatkin Vladimir Mikhailovich
 FGBOU VO «Kazan National Research Technical University
 A.N. Tupolev-KAI», Kazan.
 Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Chair «Instruments and Information and Measurement Systems»
 420111, Kazan, ul. K.Marksa Street 10
 Tel. 8-987-290-81-48
 E-mail: w-soldatkin@mail.ru

УДК 681.121.85

Ж.А. ДАЕВ

ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДА ЖИДКОСТИ С ПОМОЩЬЮ ПЕРФОРИРОВАННОГО ДИСКА В КАЧЕСТВЕ ПЕРВИЧНОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

В статье рассматривается задача измерения расхода и количества жидкости, где в качестве преобразователя расхода применяется перфорированный диск, который обычно используется как струевыпрямитель либо устройство подготовки потока. В работе предложена модель измерения массового и объемного расхода жидкости с помощью такого диска и рассмотрены особенности процесса измерения расхода и количества измеряемой жидкости. Найдены и установлены основные зависимости между параметрами диска и параметрами протекающего потока жидкости. В работе также выполнен анализ последних исследований в области применения перфорированных дисков в процессе подготовки потоков и при измерении расхода веществ. Получены соотношения для коэффициентов истечения и скорости входа, а также изучены их свойства.

Ключевые слова: расход, струевыпрямитель, расходомеры, перфорированный диск.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Reader–Harris, M. Orifice plates and Venturi tubes / M. Reader–Harris. – London: Springer International Publishing, 2015. – 386 p.
2. Laws, E.M. Flow conditioning – A new development / E.M. Laws // Flow Measur. and Instrum. – 1990. – V. 1. – № 1. – P. 165 – 170.
3. Laws, E.M. Effect of plate depth on the performance of a Zanker flow straightener /. Laws E.M., Ouazzane A. // Flow Measur. and Instrum. – 1992. – V. 3. – № 4. – P. 257 – 269.
4. Beck, S.B.M. A study of a pressure differential flow meter that is insensitive to inlet conditions / Beck, S.B.M., Mazille J. // Flow Measur. and Instrum. – 2002. – V. 12. – № 4. – P. 379 – 384.
5. Xiong, W. Velocity and turbulence measurements downstream of flow conditioners / Xiong W., Kalkuhler K., Merzkirch V. // Flow Measur. and Instrum. – 2003. – V. 14. – № 6. – P. 249 – 260.
6. Malavasi, S. On the pressure losses through perforated plates / Malavasi S., Messa G., Fratino U. Pagano A. // Flow Measur. and Instrum. – 2012. – V. 28. – № 12. – P. 57 – 66.
7. Özahi, E. An analysis on the pressure loss through perforated plates at moderate Reynolds numbers in turbulent flow regime / E. Özahi // Flow Measur. and Instrum. – 2015. – V. 43. – № 3. – P. 6 – 13.
8. Huang, S. Study on discharge coefficient of perforated orifices as a new kind of flowmeter / Huang S., Mac T., Wang D., Lin Z. // Experimental Thermal and Fluid Science. – 2013. – V. 46. – № 12. – P. 74 – 83.
9. Кремлевский, П.П. Расходомеры и счетчики количества веществ / П.П. Кремлевский. – СПб.: Политехника, 2002. – 410 с.
10. Reader–Harris, M. J. The orifice plate discharge coefficient equation / Reader–Harris M. J., Sattary J. A. // Flow Measur. and Instrum. – 1990. – V. 1. – № 1. – P. 67 – 76.
11. Reader–Harris, M. J. The orifice plate discharge coefficient equation – further work / Reader–Harris M. J., Sattary J. A., Spearman E.P. // Flow Measur. and Instrum. – 1995. – V. 6. – № 2. – P. 101 – 114.
12. Даев, Ж.А. Сравнительный анализ коэффициентов расхода переменного перепада давления в расходомере / Ж.А. Даев // Метрология. – 2015. – № 1. – С. 32–37.

Даев Жанат Ариккулович

Актюбинский университет им. С. Баишева;
доктор философии, канд. техн. наук, доцент,
заведующий лабораторией «Информационно–измерительные системы»;
030000, Казахстан, г. Актобе, ул. Братьев Жубановых, 302А;
Тел.: +7 (777) 1566720;
E–mail: zhand@yandex.ru

Zh.A. DAYEV

MEASUREMENT OF LIQUID FLOW WITH A PERFORATED DISC AS A PRIMARY MEASURING TRANSDUCER

The paper describes the problem of flow measurement and the quantity of liquid, where a perforated disk is used as flow transducer, which is usually used as a flow straightener or the flow preparation device. In this paper we propose a model measuring the mass and volume flow rate using such a disk, and the features of the flow of the measurement process. There were found and installed

the basic relationship between the disk parameters and fluid flow parameters. The paper also analyzed the latest research in the field of application of the perforated discs in the preparation of substances and flow measurement.

Keywords: *flow, flow straightener, flowmeters, perforated disk.*

BIBLIOGRAPHY

1. Reader–Harris, M. Orifice plates and Venturi tubes / M. Reader–Harris. – London: Springer International Publishing, 2015. – 386 p.
2. Laws, E.M. Flow conditioning – A new development / E.M. Laws // *Flow Measur. and Instrum.* – 1990. – V. 1. – № 1. – P. 165 – 170.
3. Laws, E.M. Effect of plate depth on the performance of a Zanker flow straightener / Laws E.M., Ouazzane A. // *Flow Measur. and Instrum.* – 1992. – V. 3. – № 4. – P. 257 – 269.
4. Beck, S.B.M. A study of a pressure differential flow meter that is insensitive to inlet conditions / Beck, S.B.M., Mazille J. // *Flow Measur. and Instrum.* – 2002. – V. 12. – № 4. – P. 379 – 384.
5. Xiong, W. Velocity and turbulence measurements downstream of flow conditioners / Xiong W., Kalkuhler K., Merzkirch V. // *Flow Measur. and Instrum.* – 2003. – V. 14. – № 6. – P. 249 – 260.
6. Malavasi, S. On the pressure losses through perforated plates / Malavasi S., Messa G., Fratino U. Pagano A. // *Flow Measur. and Instrum.* – 2012. – V. 28. – № 12. – P. 57 – 66.
7. Özahi, E. An analysis on the pressure loss through perforated plates at moderate Reynolds numbers in turbulent flow regime / E. Özahi // *Flow Measur. and Instrum.* – 2015. – V. 43. – № 3. – P. 6 – 13.
8. Huang, S. Study on discharge coefficient of perforated orifices as a new kind of flowmeter / Huang S., Mac T., Wang D., Lin Z. // *Experimental Thermal and Fluid Science.* – 2013. – V. 46. – № 12. – P. 74 – 83.
9. Kremlevskiy, P.P. Raskhodomery i schetchiki kolichestva veshchestv / P.P. Kremlevskiy. – SPb.: Politekhnik, 2002. – 410 s.
10. Reader–Harris, M. J. The orifice plate discharge coefficient equation / Reader–Harris M. J., Sattary J. A. // *Flow Measur. and Instrum.* – 1990. – V. 1. – № 1. – P. 67 – 76.
11. Reader–Harris, M. J. The orifice plate discharge coefficient equation – further work / Reader–Harris M. J., Sattary J. A., Spearman E.P. // *Flow Measur. and Instrum.* – 1995. – V. 6. – № 2. – P. 101 – 114.
12. Dayev, ZH.A. Sravnitelnyy analiz koeffitsiyentov raskhoda peremennogo perepada davleniya v raskhodomere / ZH.A. Dayev // *Metrologiya.* – 2015. – № 1. – S. 32–37.

Daev Zhanat Arikkulovich

Baisheva Aktobe University;

Doctor of Philosophy, Cand. Tech. Sci., Associate Professor,

Head of the Laboratory «Information and Measurement Systems»;

030000, Kazakhstan, Aktobe, ul. Brothers Zhubanovs, 302A;

Ph.: +7 (777) 1566720;

E-mail: Zhand@yandex.ru

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

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

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

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

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

- Структура статьи:

УДК:

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

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

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

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

Текст статьи;

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

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

Фамилия, имя, отчество;

учреждение или организация;

ученая степень, ученое звание, должность;

адрес;

телефон;

электронная почта.

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

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

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

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

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

Плата за опубликование статей не взимается.

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

Адрес издателя:

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

Адрес редакции:

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

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

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

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

Подписано в печать 28.06.2017 г.
Дата выхода в свет
Формат 60x88 1/8. Усл. печ. л. 9,56.
Цена свободная. Тираж 600 экз.
Заказ _____

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