

**Содержание научно-практического журнала
«ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ» за 2016 год № 1**

МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА

УДК 539.374: 620.178.3

Д. С. Добровольский, магистрант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Dobrovolsky D. S.*, Master's degree student, Kalashnikov ISTU)

Энергетический метод определения напряжений и пружоупластических деформаций элементов конструкций с трещинами (Energy method for determination of stresses and elastic plastic deformations of structural elements with cracks)

Предлагается инженерный метод определения главных местных напряжений и упругоупластических деформаций, основанный на выявленных энергетических закономерностях деформирования материала вблизи вершины трещин в упругом и пластическом состояниях.

An engineering method for determining principal local stresses and elastic plastic deformations is proposed based on the detected energy patterns of the material deformation near the crack tip in the elastic and plastic states.

Ключевые слова: интенсивности напряжений и деформаций, удельная энергия изменения формы, оценка приемлемости метода.

Keywords: intensities of stresses and strains, specific energy of shape change, evaluation of the method acceptability

С 4–6

УДК 65.012.23

В. С. Клековкин, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Klekovkin V. S.*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

А. А. Данилова, старший преподаватель, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Danilova A. A.*, Senior Lecturer, Kalashnikov ISTU)

Исследование модели расчета синергии (Model of synergy calculation)

В работе проведено исследование в области гармонизации процессов и предложена модель расчета синергии в системе менеджмента качества (СМК), а также показаны правила оценки гармонизации по критериям.

The research is carried out in the field of harmonization of processes. The model of synergy calculation in the quality management system (QMS) is proposed, and evaluation rules for harmonization according to criteria are also shown.

Ключевые слова: гармонизируемый процесс, синергия, критерии гармонизации, математическая модель расчета синергического эффекта.

Keywords: harmonized process, synergy, criteria of harmonization, mathematical model for calculating the synergetic effect.

С 7–11

УДК 621.3.04

М. А. Котельников, магистрант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Kotelnikov M. A.*, Master's degree student, Kalashnikov ISTU)

А. А. Башарова, магистрант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Basharova A. A.*, Master's degree student, Kalashnikov ISTU)

А. В. Щенятский, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Shchenyatskiy A. V.*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

П. В. Лekomтцев, старший преподаватель, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Lekomtsev P. V.*, Senior Lecturer, Kalashnikov ISTU)

Постановка задачи математического моделирования стержневого чувствительного элемента твердотельного волнового гироскопа (Task description of mathematical modeling of a rod sensor element of a solid state wave gyroscope)

В данной статье приведен анализ сравнительных характеристик резонаторов различного типа. Описан принцип действия стержневого твердотельного гироскопа. Выявлены этапы и задачи дальнейших исследований в изучении свойств стержневого резонатора.

This paper present the analysis of comparative characteristics of various resonators. The principle of operation of a solid state gyroscope is described. Stages and tasks for further research of rod resonator properties are stated.

Ключевые слова: стержневой чувствительный элемент (СЧЭ), твердотельный волновой гироскоп (ТВГ), ЧЭ, резонатор.

Keywords: rod sensor element (RSE), solid state wave gyroscope (SWG), sensor element (SE), resonator.

С 12–14

УДК 629.7.023:620.178.3

Р. В. Мормуль, Научно-производственное объединение «Искра», Пермь, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (*Mormul R. V.*, PJSC Research and Production Association "Iskra", Perm National Research Polytechnic University, Perm)

М. Ю. Егоров, Научно-производственное объединение «Искра», Пермь, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (*Egorov M. Yu.*, PJSC Research and Production Association "Iskra", Perm)

А. В. Порубов, Научно-производственное объединение «Искра», Пермь, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (*Porubov A. V.*, PJSC Research and Production Association "Iskra", Perm National Research Polytechnic University, Perm)

Численное моделирование напряженно-деформированного состояния элементов ракетного двигателя экстренного отделения (Numerical modelling of the stress-strain state of elements of the rocket engine of emergency departure)

Определены параметры напряженно-деформированного состояния элементов ракетного двигателя экстренного отделения (РДЭО) при действии максимальной тяги и внутреннего камерного давления. По результатам проектных работ была определена наиболее рациональная конструктивно-компоновочная схема РДЭО по критериям максимальной надежности при минимальной стоимости и обеспечения требуемой массы двигателя. В рамках численного эксперимента получены оценки по распределению коэффициента запаса прочности несущих деталей конструкции. Проведена верификация результатов численного моделирования с данными автономных испытаний корпуса РДЭО.

The parameters of the stress-strain state of elements of the rocket engine of emergency departure (REED) under the action of maximum thrust and the internal chamber pressure are determined in the paper. Basing on the design works the most rational design-layout scheme of REED is determined according to criteria of maximum reliability at the lowest cost and providing the required weight of the engine. Within the numerical experiments, distribution of the safety factor for load-bearing structural parts is estimated. Verification of numerical simulation results with the independent data of REED shell tests is carried out.

Ключевые слова: ракетный двигатель экстренного отделения, ракетный блок аварийного спасения, численное моделирование, напряженно-деформированное состояние, ресивер, тяга, теплозащитное покрытие, запас прочности.

Keywords: rocket engine of emergency departure, emergency rescue rocket unit, numerical simulation, stress-strain state, receiver, thrust, thermal barrier coating, safety factor.

С 15–18

УДК 629.7.023:620.178.3

Р. В. Мормуль, Научно-производственное объединение «Искра», Пермь, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (*Mormul R. V.*, PJSC Research and Production Association “Iskra”, Perm National Research Polytechnic University, Perm)

С. Н. Мерзляков, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (*Merzlyakov S. N.*, Perm National Research Polytechnic University, Perm)

М. Ю. Егоров, Научно-производственное объединение «Искра», Пермь, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (*Egorov M. Yu.*, PJSC Research and Production Association “Iskra”, Perm)

А. В. Порубов, Научно-производственное объединение «Искра», Пермь, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (*Porubov A. V.*, PJSC Research and Production Association “Iskra”, Perm National Research Polytechnic University, Perm)

Численное моделирование теплового состояния корпуса РДТТ На пассивном участке полета (Numerical modeling of the thermal state of the SRM shell under passive flight phase)

Построена математическая модель сопряженной задачи по распределению параметров теплового состояния корпуса ракетного двигателя твердого топлива (РДТТ) в режиме «пассажир», в которой одновременно учитывался конвективный и радиационный теплообмен, теплопроводность и теплообмен, обусловленный взаимодействием частиц конденсированной фазы с материалами тепловой защиты, нелинейные теплофизические характеристики (ТФХ) материалов конструкции.

Для различных траекторий полета, т. е. линий движения (ЛД) энергетической установки (ЭУ), проведен расчет температурного состояния цилиндрической части корпуса в сечении по заднему экватору в зоне минимальной толщины теплозащитного покрытия (ТЗП).

При расчетах учитывался подогрев корпуса изнутри в результате перераспределения тепловой энергии излучением в процессе остывания прококсованных слоев ТЗП. По результатам расчета получено, что номинальная масса уносимых материалов корпуса (в результате коксования внутреннего ТЗП и выгорания манжет) составляет 12 кг на конец работы двигателя.

The paper presents a mathematical model of the conjugate problem on distribution of parameters of the thermal state of the solid fuel rocket motor (SRM) shell in the "passenger" mode. The model simultaneously takes into account the convective and radiative heat transfer, thermal conductivity and heat transfer due to the interaction of particles of condensed phase with materials of heat protection, nonlinear thermal physical characteristics (TPC), and materials of the construction.

For different flight trajectories, that is, lines of movement (LM) of the power plant (PP) the temperature state is calculated for the shell cylindrical part at the section along the rear equator in the zone of minimum thickness of the thermal barrier coating (TBC).

The calculations took into account the shell heating from inside as the result of redistribution of heat radiation in the process of TBC coke layers cooling. According to the calculation results, it was found out that the nominal mass of the entrained shell material (because of domestic TBC coking and cuff burnout) is 12 kg by the end of the motor operation.

Ключевые слова: численное моделирование, ракетный двигатель твердого топлива, теплозащитное покрытие, излучение, аэродинамический нагрев, термодеструкция, степень черноты, продукты сгорания, метод конечных элементов, унос масс.

Keywords: numerical modeling, solid fuel rocket motor, thermal barrier coating, radiation, aerodynamic heating, thermal degradation, degree of blackness, combustion products, finite element method, mass loss.

УДК 621.9.06

А. А. Башарова, магистрант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Basharova A. A.*, Master's degree student, Kalashnikov ISTU)

М. А. Котельников, магистрант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Kotelnikov M. A.*, Master's degree student, Kalashnikov ISTU)

А. В. Щенятский, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Shchenyatskiy A. V.*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

Обзор накопительных устройств и критериев их проектирования на примере участка токарно-револьверных станков с ЧПУ GA-2600 и GA-2600/300 (Review of buffer units and their design criteria by the example of GA-2600 and GA-2600/300 NC turret lathe department)

В данной статье рассмотрены вопросы автоматизации технологического процесса. Изучены виды накопительных устройств и проведена их систематизация. Рассмотрен подход к созданию ориентирующего накопительного устройства. Предложена структура РТК тел вращения (ступицы, диски).

The paper considers the issues of computer-aided manufacturing processes. Types of buffer units are studied and systemized. The approach to creation of an orienting buffer unit is considered. The structure of process flow diagrams for rotation bodies (hubs, disks) is proposed.

Ключевые слова: транспортно-накопительная система, ориентирующее накопительное устройство, бункер, станок с ЧПУ, РТК, структура.

Keywords: transporting buffet system, orienting buffet unit, bunker, NC machine-tool, process flow diagram, structure.

С 23–26

УДК 621.833

М. О. Верещагин, соискатель, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Vereshchagin M. O.*, PhD Applicant, Kalashnikov ISTU)

Особенности выбора параметров спироидных передач с малыми передаточными отношениями (Features of parameter selection for spiroid gears with small gear ratios)

Вопросы проектирования спироидных передач с малыми (менее 10) передаточными отношениями рассматриваются в настоящей статье. Показано, что на начальном этапе проектирования – выборе схемы передачи – ключевыми являются коэффициенты наружного диаметра колеса и диаметра вершин витков червяка. Показана разница в выборе указанных коэффициентов в зависимости от передаточного отношения. Предложено использовать метод блокирующих контуров для рационального выбора указанных коэффициентов, в котором учитываются геометрические ограничения, а также основные показатели спироидной передачи. Представлен пример блокирующих контуров для большого и малого передаточных отношений. Даны рекомендации по выбору параметров спироидной передачи при малом передаточном отношении.

Design issues for spiroid gears with small (less than 10) gear ratios are studied in this paper. It is shown that on the first design stage – selection of the gear scheme – the basic parameters are the coefficients of the gearwheel outer diameter and worm thread tips diameter. The difference in selecting the pointed coefficients depending on the gear ratio is shown. The method of blocking contours is proposed for the rational selection of the pointed coefficients, where geometrical restrictions and also basic factors of spiroid gears are considered. An example of blocking contours for big and small gear ratios is shown. Recommendations for selecting the parameters of spiroid gears with small gear ratios are given.

Ключевые слова: спироидная передача, выбор параметров, схема передачи, блокирующие контуры, геометрические ограничения.

Keywords: spiroid gear, selection of parameters, gear scheme, blocking contours, geometrical restrictions
С 27–32

УДК 621.983(622.2)

Ю. О. Михайлов, доктор технических наук, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Mikhailov Yu. O.*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

А. С. Караваяева, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Karavayeva A. S.*, Post-graduate, Kalashnikov ISTU)

Разработка технологии изотермической штамповки детали типа «аппарат направляющий» (Development of isothermal forging technology for “guide machine” part)

В данной статье проанализирована технология изготовления детали «аппарат направляющий», входящей в сборку центробежного насоса для подъема нефти из глубинных залежей. Выявлены недостатки данной технологии и предложены способы их решения, такие как подбор материала, технологии изготовления. Разработаны чертежи поковок и штамповой оснастки. Произведено трехмерное моделирование в программе Q-Form технологии изготовления путем изотермической штамповки и даны рекомендации для последующей опытной штамповки.

This article presents the analysis of a technology of manufacturing the “machine guide” part, included in the assembly of a centrifugal pump for lifting the crude oil from deep reservoirs. Drawbacks of this technology are revealed and methods of their elimination are proposed, such as the selection of a material and manufacturing technology. Drawings of forgings and die tooling are designed. The program Q-Form allowed to carry out the three-dimensional modeling of the manufacturing technology by isothermal forging. Recommendations for further experimental stamping are given.

Ключевые слова: изотермическая штамповка, алюминиевый сплав, центробежный насос, трехмерное моделирование, лазерная сварка, Q-Form, технология изготовления.

Keywords: isothermal forging, aluminum alloy, centrifugal pump, three-dimensional modeling, laser welding, Q-Form, manufacturing technology.

С 33–35

УДК 623.4.014

С. Г. Селетков, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Seletkov S. G.*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

Критерии мощьности и маневренности ствольных систем (The criteria for power and agility of barrel systems)

В статье анализируются соотношения таких характеристик ствольных систем, как маневренность и мощьность, дается обоснование применимости критериев, определяемых как коэффициент использования металла и коэффициент мощьности, приводятся положения, обосновывающие применение устройств гашения импульса отдачи.

The author examines in the article the relation of such characteristics of barrel systems as agility and power. Justification is given for applicability of the criteria, defined as the ratio of metal use and power factor. Statements grounding the use of the devices for damping the recoil impulse are presented.

Ключевые слова: маневренность, мощьность ствольной системы, эффективность гашения импульса отдачи.

Keywords: agility, power of the barrel system, efficiency of damping the recoil impulse.

С 36–38

УДК 623.4.014

С. Г. Селетков, профессор, доктор технических наук, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Seletkov S. G.*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

С. С. Иванова, старший преподаватель, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Ivanova S. S.*, Senior Lecturer, Kalashnikov ISTU)

Классификация способов уменьшения действия импульса силы отдачи выстрела на носитель оружия (Classification of methods for reducing the impulse action of the recoil)

В статье предложена оригинальная морфологическая классификация способов уменьшения импульса силы отдачи на лафет орудия, охватывающая как способы прямого, так и косвенного воздействия на отдачу стрелкового и артиллерийского оружия.

In the article the authors propose an original morphological classification of methods for reducing the impulse of the recoil force on the gun carriage, covering both ways of the direct and indirect impact on the recoil of small arms and artillery weapons.

Ключевые слова: классификация, импульс отдачи, выстрел, способ.

Keywords: classification, method, recoil impulse, shot.

С 39–41

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

УДК 621.382.8

А. В. Балагуров, ООО «Мультивейв» (*Balagurov A. V.*, OJSC «Multiwave»)

К. Г. Мерзлякова, АНО «Учебный центр «Нефтяник» (*Merzlyakova K. G.*, Autonomous Nonprofit Organization «Training Center «Oilman»)

А. М. Зыков, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Zykov A. M.*, Post-graduate, Kalashnikov ISTU)

А. П. Тюрин, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Tyurin A. P.*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

Проектирование светодиодного фаззификатора для систем активного шумоподавления (Design of the LED fuzzificator for active noise cancellation systems)

Предварительная качественная оценка уровня звука с помощью светодиодной шкалы фаззификатора, встраиваемого в активные шумоподавляющие наушники, помогает пользователю не только точно настроить их к работе, но и вести мониторинг уровня звука на рабочем месте. Актуальным становится проектирование фаззификатора на электронной компонентной базе. Для достижения этой цели выполнен анализ существующих компонентов с учетом их размеров, стоимости и возможности создания схемы с минимальным количеством электронных компонентов, в частности, драйверов серии LB1409, LB1412 и LM3916. В базовой схеме используется точечная индикация сигнала с возможностью замены на линейную. На основе технологической документации на микросхему была разработана схема для измерения уровня аудиосигналов, где за единицу измерения взят 1 дБ, а моделирование с использованием программного источника сигнала показало, что схема работоспособна и может быть использована в качестве измерителя уровня шума в составе активных шумозащитных наушников. Реализация устройства фаззификатора также позволяет выполнять оценку шума в режиме реального времени при разработке приборов активного шумоподавления в установках вентиляции.

Preliminary quality assessment of the sound level with LED scale fuzzificator, embedded into active noise-canceling headphones, helps the user not only to fine-tune them to work, but also to monitor the sound level in the workplace. It becomes relevant to design a fuzzificator on the basis of electronic components. For this purpose the analysis is carried out for existing components with regard to their size, cost, and the possibility of creating a circuit with the minimum number of electronic components, in particular, a series of drivers LB1409, LB1412 and LM3916. The point indication of a signal with the possibility of substitution by a linear one is used in the basic scheme. Based on the technical docu-

mentation for the chip scheme, a scheme for measurement of the audio signal is developed, wherein 1 dB is taken as the unit of measurement; and simulation by the software signal source showed that the scheme is efficient and can be used as a measure of the noise level within active hearing protectors. Implementation of the fuzzificator device also allows to estimate the noise in real-time when developing the active noise cancellation devices in ventilation.

Ключевые слова: фаззификатор, активные шумопоглощающие наушники, электронные компоненты, драйвер, проектирование.

Keywords: fuzzificator, active cancelation headset, electronic components, driver, design.

С 42–47

УДК 623.45(045)

В. И. Заболотских, доктор технических наук, старший научный сотрудник, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Zabolotskikh V. I.*, DSc in Engineering, Senior Research Worker, Kalashnikov ISTU)

Ю. Н. Липченко, кандидат технических наук, Ногинский филиал ОАО «НПО «Прибор» (*Lipchenko Yu. N.*, PhD in Engineering, Deputy CEO, CEO of Noginsk Department of PC “SPA” Pribor”)

В. Г. Романов, Ногинский филиал ОАО «НПО «Прибор» (*Romanov V. G.*, Deputy Director on Testing Department of Noginsk Department of PC “SPA” Pribor”)

Р. Р. Шарипов, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Sharipov R. R.*, Post-graduate, Kalashnikov ISTU, Deputy head of control and test station of Noginsk Department of PC “SPA” Pribor”)

Методика и аппаратура помехоустойчивой регистрации информации при испытании малокалиберных боеприпасов (Method and apparatus of noise immunity registration of information during small-caliber ammunition test)

Рассмотрен процесс выстрела и регистрации баллистического времени и скорости снаряда, оптической регистрации элементов и снаряжения снаряда. Представлен метод помехоустойчивой регистрации измерительной информации и состав аппаратуры для ее регистрации. Рассмотрена природа помех, влияющих на достоверность регистрируемой информации, а также рекомендации для их устранения.

The process of shots and recording the time and speed of a ballistic missile, optical recording the elements and the shell equipment are reconsidered. A method of noise immunity registration of measuring information, and composition of the equipment for its registration are given. The nature of the noise affecting the accuracy of the recorded data is considered, and recommendations for their elimination are presented.

Ключевые слова: помехоустойчивая регистрация, методика измерения, боеприпасы.

Keywords: noise immunity registration, measurement technique, ammunition.

С 48–51

УДК 625.76.08

М. Ф. Закиров, кандидат технических наук, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Zakirov M. F.*, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU)

Р. А. Меньшиков, студент, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Menshikov R. A.*, Student, Kalashnikov ISTU)

И. В. Шуклин, студент, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Shuklin I. V.*, Student, Kalashnikov ISTU)

Оснащение лабораторного стенда рабочими органами для исследования питателей малогабаритных снегоочистителей (Equipping the laboratory stand with executive tools to research the small-sized snow blower feeders)

Выбор конструктивных параметров и режимов работы рабочих органов машин невозможно осуществить без исследования процесса взаимодействия рабочего органа со средой. В статье рассмотрены варианты оснащения существующего лабораторного стенда «Грунтовый

канал» рабочими органами активного принципа действия для исследования питателей малогабаритных снегоочистителей.

The choice of design parameters and operating modes of the machine's executive tools is impossible without researching the process of executive tool interaction with the environment. The article reviews the options for equipping the existing laboratory stand «Gruntovyi canal» with executive tools possessing the active operation principle to research the small-sized snow blower feeders.

Ключевые слова: рабочий орган, лабораторный стенд, снегоочиститель, исследование, снег.

Keywords: executive tool, laboratory stand, snow blower, research, snow.

С 52–54

УДК 621.757

В. Г. Осетров, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Osetrov V. G.*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

Е. С. Слащев, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Slashchev E. S.*, Post-graduate, Kalashnikov ISTU)

Выбор метода достижения точности замыкающего звена размерной цепи (Choice of the method for achieving the accuracy of the closing link in the dimension chain)

В статье рассматривается классификация связей и методов моделирования размерных цепей. На основе синтеза множества производственных параметров приводится логическая таблица для выбора метода достижения точности замыкающего звена с помощью булевых функций.

The article describes the classification of couplings and methods of dimension chains modeling. Basing on the synthesis of many different production parameters, the logic table is given for choosing the method of achieving the accuracy of the closing chain link by means of Boolean functions.

Ключевые слова: методы достижения точности, управляющие булевы функции, классификация связей метода сборки, множественная таблица выбора метода сборки.

Keywords: methods for achieving the accuracy, controlling Boolean functions, classification links of assembling method, multiple logical table of choosing the assembling method.

С 55–58

УДК 621.382.32

П. А. Ушаков, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Ushakov P. A.*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

А. В. Шадрин, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Shadrin A. V.*, Post-graduate, Kalashnikov ISTU)

Реализация параметрического элемента с фрактальным импедансом на основе МОП-структуры (Implementation of the parametric device with fractional impedance on basis of MOSFET)

В статье предложен вариант реализации параметрического элемента с фрактальным импедансом (ПЭФИ), состоящего из МОП-структур, в котором дробный (фрактальный) показатель частотной зависимости импеданса может изменяться путем приложения напряжения к полупроводниковой подложке. Произведен вывод выражений у-параметров МОП-структур как четырехполюсников, а также найдены зависимости фазочастотной характеристики (ФЧХ) ПЭФИ от приложенного напряжения, подтверждающие параметрическое изменение дробного показателя частотной зависимости импеданса. Приведен пример топологии устройства в полупроводниковой технологии.

A MOSFET implementation of a parametric device whose impedance has a non-integer (fractional) dependency on the frequency is presented. The fractional order can be tuned by applying a voltage to the semiconductor substrate. An admittance matrix of the transistors as four-terminal devices is derived, and phase characteristics of the structure are obtained and plotted. The characteristics depend

on the applied substrate voltage and it proves the ability of the fractional order to be tuned parametrically. A layout of the structure in CMOS technology is also presented.

Ключевые слова: элемент с фрактальным импедансом, резистивно-емкостный элемент с распределенными параметрами, параметрический элемент, металл-оксид-полупроводник, МОП-транзистор, МОП-структура.

Keywords: fractional-order device, RC-network with distributed parameters, metal-oxide-semiconductor, MOSFET.

С 59–62

УДК 621.771.3

Б. А. Якимович, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Yakimovich B. A.*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

Ю. Н. Шелковникова, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Shelkovnikova Yu. N.*, Kalashnikov ISTU)

Методы и средства измерения реологических характеристик буровых растворов (Methods and means of measuring the rheological characteristics of drilling muds)

Выполнен обзор методов и средств определения реологических свойств буровых растворов. Показано, что для исследования реологических характеристик буровых растворов целесообразно использовать вискозиметры с капиллярами, выполненными в виде кольцевого зазора. Предложена комплексная методика определения типа бурового раствора и реологических характеристик вязкопластических жидкостей, а также устройство для ее реализации.

The paper presents the review of methods and means of determining the rheological characteristics of drilling muds. It is shown that it is reasonable to use the viscometers with capillaries in the form of a ring gap for investigation of the rheological characteristics of drilling muds. The complex system to define the drilling mud type and rheological characteristics of viscous-plastic liquids and the device for its implementation are offered.

Ключевые слова: буровой раствор, промывка скважин, реологические характеристики, вискозиметры.

Keywords: drilling mud, washing of wells, rheological characteristics, viscometers

С 63–68

КОМПЬЮТЕРНАЯ ЛИНГВИСТИКА

УДК 004.048; 004.912

М. Н. Мокроусов, кандидат технических наук, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Mokrousov M. N.*, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU)

Н. Н. Чиркова, магистрант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Chirkova N. N.*, Master's degree student, Kalashnikov ISTU)

Извлечение данных из коммерческих веб-форумов (Data extraction from commercial web forums)

В статье описываются существующие подходы поиска данных в тексте и предлагается способ извлечения данных с коммерческих веб-форумов на основе регулярных выражений, словарей и анализе соседствующих атрибутов. Приводятся структура и примеры хранения регулярных выражений и правил поиска атрибутов, описание эксперимента в разработанной программной системе поиска и результаты эффективности извлечения данных.

This article reviews the existing approaches in the area of data retrieval from texts and provides a method for extracting data from commercial web forums based on regular expressions, dictionaries and analysis of adjacent attributes. The article describes the data structure used for storing and orga-

nizing regular expressions and information extraction rules and gives the examples of such rules. The experiment is conducted to determine the accuracy of analysis, for which a special information system is used implementing the method described in the article.

Ключевые слова: автоматическая обработка текста, извлечение данных, регулярные выражения, информационный поиск.

Keywords: natural language processing, data extraction, regular expressions, information retrieval.

С 69–73

ЭНЕРГЕТИКА

УДК 536.421.1

Р. З. Касимов, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Kasimov R. Z.*, Post-graduate, Kalashnikov ISTU)

М. Ф. Хисамутдинов, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Khislamutdinov M. F.*, Post-graduate, Kalashnikov ISTU)

К расчету параметров процессов функционирования фазоменяющих теплоаккумулирующих материалов в составе теплозащитных конструкций (To calculation of parameters for functioning of phase changing heat accumulating materials in the structure of heat protected constructions)

Обозначены подходы к расчету изменения фазового состояния в устройствах, содержащих легкоплавкие материалы, и определены особенности последних с позиций их использования для аккумуляции тепловой энергии.

Представлены результаты численного моделирования плавления и отвердевания парафина, используемого в качестве наполнителя в ограждающих конструкциях или теплоизоляционных системах.

The article deals with approaches for calculating the variation of phase condition in devices which contain fusible materials. The particular qualities of fusible materials are determined with regard to their application for accumulation of thermal energy. The results of numerical modeling of paraffin melting and solidification used as a filler in enclosing constructions and thermal insulation systems are represented.

Ключевые слова: теплообмен при плавлении и отвердевании, теплоаккумулирующие материалы, степень изменения фазового состояния.

Keywords: heat exchange in melting and solidification, heat accumulating materials, degree of phase state variation.

С 74–78

УДК 621.317.7

М. Л. Новоселов, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Novoselov M. L.*, Post-graduate, Kalashnikov ISTU)

В. К. Барсуков, кандидат технических наук, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Barsukov V. K.*, PhD in Engineering, Kalashnikov ISTU)

Способы моделирования работы трехфазной сети с различными типами нагрузок (Methods for modeling the operation of a three-phase circuit with various types of loads)

Рассматриваются способы построения математической модели работы трехфазной электрической сети с различными типами нагрузок в рамках пакета программ NI Multisim и NI LabVIEW. При изменении принципа получения питающего напряжения в схеме и построении изображения трехфазной системы токов и напряжений на комплексной плоскости для получения годографа, наглядно показывающего изменение формы, отличной от синусоидальной, и характеризующего нагрузку генератора, осуществляется анализ адекватности метода.

The paper considers the methods for developing a mathematical model of operation of a three-phase circuit with various types of loads by means of software NI Multisim and NI LabVIEW. The adequacy of the

method is analyzed when varying the principle of obtaining the supply voltage in the circuit and plotting the image of the three-phase system of currents and voltages at the complex plane in order to get the hodograph demonstrating the pattern variation and characterizing the generator load.

Ключевые слова: трехфазный годограф, несинусоидальность, нелинейные потребители, искажение формы питающей сети.

Keywords: three-phase hodograph, unsinusoidality, non-linear consumers, distortion of the supply net pattern.

С 79–85

УДК 621.1.016.4+697.978+662.925.6

А. Э. Пушкарев, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Pushkarev A. E.*, DSc in Engineering, Kalashnikov ISTU)

И. А. Пушкарев, ассистент, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Pushkarev I. A.*, Assistant, Kalashnikov ISTU)

Аналитический расчет роторного регенеративного теплообменника (Analytical calculation of the rotor regenerative heat exchanger)

Рассматривается один из способов снижения потребления энергоресурсов путем утилизации тепла вытяжного воздуха с помощью роторного регенератора. При допущении бесконечно большой теплопроводности теплоносителей и вращающейся матрицы получены аналитические зависимости для их температур.

One of the ways to decrease the consumption of energy resources by utilization of the exhaust air heat by means of a rotor regenerator is considered. At an assumption of infinitely big heat conductivity of heat carriers and the rotating matrix the analytical dependences for their temperatures are received.

Ключевые слова: альтернативные источники энергии; роторный регенеративный теплообменник.

Keywords: alternative energy sources; rotor regenerative heat exchanger.

С 86–89

УДК 696.48:536.27

И. К. Шадрин, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Shadrin I. K.*, Post-graduate, Kalashnikov ISTU)

Е. В. Корепанов, кандидат технических наук, доцент, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Korepanov E. V.*, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU)

Параметрический анализ эффективности теплообменного оборудования в системах теплоснабжения (Parametric analysis of the efficiency of heat exchange equipment in heat supply systems)

Предложены параметры для сравнения теплообменников, применяемых в системах теплоснабжения, учитывающие их энергетические, функциональные, эксплуатационные и строительно-монтажные характеристики. Проведен сравнительный анализ качественных характеристик кожухотрубных и пластинчатых теплообменников.

Parameters are proposed for comparison of heat exchangers used in heat supply systems, taking into account their energy, functional, operational, and construction descriptions. A comparative analysis is carried out for qualitative characteristics of the shell and tube heat exchangers and plate heat exchangers.

Ключевые слова: сравнение теплообменников по параметрам, пластинчатый теплообменник, кожухотрубный теплообменник, эффективность теплообменников, характеристики теплообменников, факторы выбора теплообменников.

Keywords: comparison of heat exchangers according to the parameters, plate heat exchanger, shell and tube heat exchanger, efficiency of heat exchangers, characteristics of heat exchangers, factors of exchangers selection.

С 90–95

УДК 621.18

В. С. Шутов, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Shutov V. S.*, Post-graduate student, Kalashnikov ISTU)

К расчету температурного поля продуктов сгорания в дымовых трубах теплогенерирующих установок (To the calculation of the temperature field of combustion products in flue pipes of heat generating plants)

Причинами низкотемпературной коррозии становятся сниженные режимы работы котельных установок, низкие температуры дымовых газов на входе в дымовые трубы, дефекты тягодутьевого тракта, например неплотности, приводящие к подсосам воздуха, и другие. С другой стороны, завышение температуры уходящих газов является экономически нецелесообразным, так как это приводит к перерасходу топлива и снижению КПД котельной в целом. Анализ режимов работы дымовой трубы не возможен без расчета температурного поля продуктов сгорания в ней, который является достаточно сложной задачей.

The causes of low-temperature corrosion are the reduced modes of operation of boiler systems, low temperature of flue gases at the inlet to the flue pipe, the exhaust tract defects, such as leaks, leading to aspiration of air, and others. On the other hand, overestimation of the temperature of flue gases is economically impractical because it leads to excessive fuel consumption and the reduced boiler efficiency in general. Analysis of the modes of operation of a flue is not possible without calculation of the temperature field of combustion products in it, which is quite a challenge.

Ключевые слова: методика, энергосбережение, математическое моделирование, котельная.

Keywords: technique, energy conservation, mathematical modeling, boiler room

С 96–99

НАНОТЕХНОЛОГИИ

УДК 691.421.24

Ю. Н. Гинчицкая, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Ginchitskaya I. N.*, Post-graduate, Kalashnikov ISTU)

Т. В. Бочкарева, магистрант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Bochkareva T. V.*, Master's degree student, Kalashnikov ISTU)

Модификация строительной керамики дисперсиями многослойных углеродных нанотрубок (Building stoneware's modifications by dispersions of multi-walled carbon nanotubes)

В статье рассмотрено влияние многослойных углеродных нанотрубок на свойства керамики строительного назначения. Приведены результаты механических испытаний, также проанализированы снимки микроструктуры и спектры дифференциально-сканирующей калориметрии керамических образцов. Установлено, что при добавлении нанотрубок в количестве 0,005 % от массы вяжущего прочность сырца на сжатие возрастает в 2 раза, а после обжига прочность модифицированных образцов составляет более 300 % от прочности контрольных образцов.

The influence of multi-walled carbon nanotubes on properties of ceramics for building purposes is considered in the article. The results for mechanical tests are given; microstructure's pictures and ranges of the differential scanning calorimetry of ceramic specimens are also analyzed. It is established that at addition of nanotubes in number of 0,005% of the binder mass, the compression strength of raw material increases twice and the strength of the modified specimens after roasting makes more than 300% of the strength for the control specimens.

Ключевые слова: многослойные углеродные нанотрубки, дисперсия, керамика, модификация.

Keywords: multi-walled carbon nanotubes, dispersion, ceramic, modification.

С 100–103