

УДК 536.632

ИЗОБАРНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ МОЛИБДЕНСОДЕРЖАЩИХ ВОДНЫХ СТОКОВ

А.У. Аетов, З.И. Зарипов, С.В. Мазанов, Ф.М. Гумеров

Исследована изобарная теплоемкость образцов промышленного молибденсодержащего водного стока, образующегося в процессе эпоксидирования на ПАО «Нижнекамскнефтехим» (Нижнекамск). Проведено исследование влияния эмульгирования на свойства образцов промышленных стоков. Установлены закономерности изменения структуры стоков от степени разбавления и режимов ультразвукового воздействия. Показано, что эмульгирование оказывает наибольшее влияние на величину теплоемкости слабо разбавленных водных стоков.

Ключевые слова: молибденсодержащий водный сток, свойства, эмульгирование, изобарная теплоемкость, давление.

ISOBARIC HEAT CAPACITY OF MOLYBDENUM-CONTAINING WATER EFFLUENTS

A.U. Aetov, Z.I. Zaripov, S.V. Mazanov, and F.M. Gumerov

The isobaric heat capacity of industrial molybdenum-containing water effluent from the epoxidation process at PAO Nizhnekamskneftekhim was investigated. The emulsification effect on the properties of samples of industrial effluents was studied. The regularities of changes in the structure of effluents from the degree of dilution and the modes of ultrasonic exposure were established. It is shown that emulsification has the greatest effect on the heat capacity of slightly diluted water effluents.

Keywords: molybdenum-containing water effluent, properties, emulsification, isobaric heat capacity, pressure.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РАЗРЯДЫ МЕЖДУ АЛЮМИНИЕВЫМ АНОДОМ И ЖИДКИМ КАТОДОМ

А.И. Купутдинова, Л.И. Ахмадуллина, А.Ф. Гайсин, Д.У. Закиров

Исследован электрический разряд постоянного тока, зажигаемый между алюминиевым анодом и жидким катодом в диапазоне давлений $10^3 \dots 10^5$ Па; типы и формы горения разряда; взаимные переходы из объемного в многоканальный разряд; электрические параметры разряда, колебания тока и напряжения; распределение потенциала и напряженности электрического поля; плотности тока на металлическом катоде и жидком аноде. Рассмотрено распределение температур на поверхности жидкого и твердого электрода в зоне горения разряда.

Ключевые слова: плазменно-жидкостные системы, жидкие электроды, газовый разряд, низкотемпературная плазма, термограммы, электрические параметры плазмы.

ELECTRIC DISCHARGES BETWEEN AN ALUMINUM ANODE AND A LIQUID CATHODE

A.I. Kuputdinova, L.I. Akhmadullina, A.F. Gaisin, and D.U. Zakirov

A low-temperature plasma of direct current electric discharges ignited between an aluminum anode and a liquid cathode was studied in the pressure range from 10^3 to 10^5 Pa. The types and forms of discharge burning, mutual transitions are investigated. The electric parameters of the discharge, current and voltage fluctuations, the distribution of potential and electric field strength, current density at the metal cathode and liquid anode are investigated. The temperature distribution on the surface of a liquid and solid electrode in the discharge combustion zone is investigated.

Keywords: plasma-liquid systems, liquid electrodes, gas discharge, low-temperature plasma, thermograms, plasma electrical parameters.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИСТОЧНИКОВ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ

Р.Х. Зиятдинов, А.В. Репина, Э.И. Галеева

Рассмотрены процессы электризации генераторов низкотемпературной плазмы продуктов сгорания. Предложены способы контроля процессов в плазмохимических установках с помощью электростатических методов.

Ключевые слова: плазменный поток, зонды, электризация.

STUDY OF ELECTROSTATIC METHODS TO EVALUATE THE QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF LOW-TEMPERATURE PLASMA SOURCES

R.Kh. Ziyatdinov, A.V. Repina, and E.I. Galeeva

The electrization processes in generators of combustion product low-temperature plasma are considered. We propose the methods to control the processes in plasma-chemical installations using the electrostatic methods.

Keywords: plasmaflow, probes, electrization.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ВЕРИФИКАЦИЯ
АКУСТИЧЕСКИХ ТЕЧЕНИЙ
ВБЛИЗИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО СОНОТРОДА**

**Б.А. Хамидуллин, С.А. Никифоров, И.В. Цивильский,
А.Х. Гильмутдинов**

Представлены результаты моделирования воздействия ультразвукового сонотрода на жидкости различной вязкости – глицерин и дистиллированную воду. Соноотрод функционировал на полной мощности с постоянной частотой 15 кГц. Результаты, полученные численными методами, верифицированы экспериментально, высокоскоростной видеосъемкой.

Ключевые слова: акустические течения, акустическая кавитация, математическое моделирование.

**MATHEMATICAL MODELING AND EXPERIMENTAL VERIFICATION
OF ACOUSTIC FLOWS NEAR AN ULTRASONIC SONOTRODE**

**B.A. Khamidullin, S.A. Nikiforov, I.V. Tsivil'skii,
and A.Kh. Gilmutdinov**

This paper presents the results of modeling the cavitation and macro-scale flow pattern caused by ultrasonic sonotrode sinked into a vessel filled with simple fluids (glycerin and distilled water). The sonotrode operates at its full power with a constant frequency of 15 kHz. The results obtained by numerical methods are verified experimentally via high-speed imaging.

Keywords: acoustic flow, acoustic cavitation, mathematical modeling.

ДЕСОРБЦИЯ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ИЗ ПОЛИСТИРОЛА С ОБРАЗОВАНИЕМ ПОРИСТЫХ СТРУКТУР

**И.В. Кузнецова, В.В. Николаев, И.И. Гильмутдинов,
И.М. Гильмутдинов, А.Н. Сабирзянов**

Проведены эксперименты по десорбции сверхкритического диоксида углерода из полистирола с образованием пористых структур. Установлена зависимость высвобождения диоксида углерода из пористого образца полистирола от времени. Исследовано влияние давления системы, температуры обработки на объем пор и пористость образцов.

Ключевые слова: полистирол, сверхкритический диоксид углерода, пористость, имплантат.

DESORPTION OF SUPERCRITICAL CARBON DIOXIDE FROM POLYSTYRENE WITH THE FORMATION OF POROUS STRUCTURES

**I.V. Kuznetsova, V.V. Nikolaev, I.I. Gil'mutdinov,
I.M. Gil'mutdinov, and A.N. Sabirzyanov**

In the present work, experiments were conducted on the desorption of supercritical carbon dioxide from polystyrene with the formation of porous structures. The time dependence of the release of carbon dioxide of a porous polystyrene sample was established. The effect of system pressure and processing temperature on pore volume and porosity of samples, was studied.

Keywords: polystyrene, supercritical carbon dioxide, porosity, implant.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОРИСТОСТИ И ИМПРЕГНАЦИИ
НАНОЧАСТИЦАМИ SiO₂ СВЕРХВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО
ПОЛИЭТИЛЕНА, МОДИФИЦИРОВАННОГО СВЕРХКРИТИЧЕСКИМ
ДИОКСИДОМ УГЛЕРОДА**

**И.В. Кузнецова, Н.С. Сандугей, И.И. Гильмутдинов,
И.М. Гильмутдинов, А.Н. Сабирзянов**

Проведены эксперименты по изменению объема пор монолитного сверхвысокомолекулярного полиэтилена. Исследованы зависимости влияния режимных параметров системы на пористость. Приведены зависимости прочностных характеристик обработанных образцов сверхвысокомолекулярного полиэтилена в виде волокон от скорости сброса давления в системе.

Ключевые слова: пористость, имплантат, сверхкритические флюиды, сверхвысокомолекулярный полиэтилен.

**STUDY OF POROSITY AND IMPREGNATION
BY SiO₂ SUPERHIGH-MOLECULAR POLYETHYLENE
MODIFIED BY SUPERCRITICAL CARBON DIOXIDE**

**I.V. Kuznetsova, N.S. Sandugei, I.I. Gil'mutdinov,
I.M. Gil'mutdinov, and A.N. Sabirzyanov**

In the present work, experiments were carried out to change the pore volume of a monolithic ultra-high molecular weight polyethylene (UHMWPE). The dependences of the influence of the regime parameters of the system on porosity, namely, pressure and exposure time in supercritical carbon dioxide, are studied.

Keywords: porosity, implant, supercritical fluids, ultra-high molecular weight polyethylene.

УДК 535.92

ОДНОМЕРНЫЙ ИНКЛИНОМЕТР. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

**Э.В. Белов, А.Ж. Сахабутдинов, О.Г. Морозов,
В.И. Анфиногентов, И.И. Нуреев**

Предложено сведение системы нелинейных алгебраических уравнений, описывающих математическую модель оптоволоконного инклинометра, к трехмерной функциональной зависимости, связывающей величины относительного растяжения/сжатия плеч инклинометра, определяемых через смещение центральных длин волн волоконных брэгговских решеток с углом наклона инклинометра. Проведен вычислительный эксперимент, подтверждающий корректность выдвинутых при построении математической модели предположений. Даны практические рекомендации по построению измерительной системы.

Ключевые слова: одномерный инклинометр, оптоволоконные измерительные системы, математическая модель, волоконные брэгговские решетки, радиофотонные сенсорные системы, численное моделирование.

ONE-DIMENSIONAL INCLINOMETER: NUMERICAL SIMULATION

**E.V. Belov, A.Zh. Sakhabutdinov, O.G. Morozov,
V.I. Anfinogentov, and I.I. Nureev**

It is proposed to reduce the system of nonlinear algebraic equations describing the mathematical model of an optical fiber inclinometer to a three-dimensional functional dependence that relates the relative stretching/constringency arms of the inclinometer determined through the shift of the center wavelengths of the fiber Bragg gratings with the inclinometer angle. A computational experiment was carried out that confirms the correctness of assumptions made in constructing the mathematical model. Practical recommendations for the construction of a measuring system are given.

Keywords: one-dimensional inclinometer, fiber-optic measuring systems, mathematical model, fiber Bragg gratings, microwave photon sensor systems, numerical simulation.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОДНОМЕРНОГО ИНКЛИНОМЕТРА

**Э.В. Белов, А.Ж. Сахабутдинов, О.Г. Морозов,
В.И. Анфиногентов, И.И. Нуреев**

Предложена и исследована модель оптико-механического измерительного преобразования в оптоволоконном инклинометре. Исследуется асимметричное растяжение/сжатие участков волокна, содержащих чувствительные элементы, выполненные в виде волоконных брэгговских структур. По известным значениям смещения центральных длин волн брэгговских структур, упругости волокна и величине инертного груза определяется угол наклона чувствительного элемента относительно горизонтальной плоскости.

Ключевые слова: одномерный инклинометр, оптоволоконные измерительные системы, математическая модель, волоконные брэгговские решетки, радиофотонные сенсорные системы.

MATHEMATICAL MODEL OF THE ONE-DIMENSIONAL INCLINOMETER

**E.V. Belov, A.Zh. Sakhabutdinov, O.G. Morozov,
V.I. Anfinogentov, and I.I. Nureev**

A model of optical-mechanical measurement in a fiber optic inclinometer is proposed and investigated. The asymmetric stretching/constringency of fiber sections, the presence of sensitive elements made in the form of fiber Bragg structures, were investigated. The angle of inclination of the sensitive element relative to the horizontal plane is determined by the known values of the central wavelength shift of Bragg structures, fiber elasticity, and the value of the inert load.

Keywords: one-dimensional inclinometer, fiber-optic measuring systems, mathematical model, fiber Bragg gratings, microwave photon sensor systems.

ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИЧИН РАЗРУШЕНИЯ РАБОЧЕГО КОЛЕСА ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА С ПРИМЕНЕНИЕМ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ

А.М. Царева, Р.Х. Макаева, Д.М. Сафина, Н.И. Шакиров

Приводятся результаты исследований форм колебаний рабочего колеса центробежного компрессора методом голографической интерферометрии. Найдена межлопаточная форма колебаний, явившаяся причиной выкрашивания периферийных участков полотна покрывного диска в процессе эксплуатации.

Ключевые слова: рабочее колесо центробежного компрессора, голографическая интерферометрия, форма колебания, резонансная частота.

IDENTIFICATION OF REASONS FOR DESTRUCTION OF A CENTRIFUGAL IMPELLER USING HOLOGRAPHIC INTERFEROMETRY

A.M. Tsareva, R.Kh. Makaeva, D.M. Safina, and N.I. Shakirov

This paper presents the results of examining the coupled modes of a centrifugal impeller using holographic interferometry. We found the vibrational blade-to-blade mode that is responsible for chipping off the peripheral zones of cover plates during the operation.

Keywords: centrifugal impeller, holographic interferometry, vibrational mode, resonant frequency.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ НОВОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

В.И. Трескова, О.Т. Шипина, Л.Ф. Хамзина

Исследованы образцы модифицированной целлюлозы с азонолом и диаминофуразаном с применением методов термического анализа и оптической микроскопии. Показана принципиальная возможность получения композиционных материалов через смешение водной суспензии целлюлозы и растворов азонола и диаминофуразана. Определено оптимальное соотношение в системе полимер – модификатор. Изучена структурная организация композитов на основе микрокристаллической целлюлозы.

Ключевые слова: целлюлоза, азонол, диаминофуразан, модификация, структурная организация.

STUDY OF THE STRUCTURE OF A NEW COMPOSITE MATERIAL BASED ON MODIFIED CELLULOSE

V.I. Treskova, O.T. Shipina, and L.F. Khamzina

Samples of modified cellulose with azonol and diaminofurazan were studied using the methods of thermal analysis and optical microscopy. The fundamental possibility of obtaining the composite materials by mixing an aqueous suspension of cellulose and solutions of azonol and diaminofurazan is shown. The optimal ratio in the polymer-modifier system is determined. The structural organization of composites based on microcrystalline cellulose was studied.

Keywords: cellulose, azonol, diaminofurazan, modification, structural organization.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ МАЛОЗАТРАТНЫХ ПОРОФОРОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЕЙШИХ МАТЕРИАЛОВ

И.В. Лапин, В.В. Жилияков, Г.А. Аминова, И.В. Вишнякова

Рассмотрен экологический аспект полученного материала из утилизации отходов, который должен заменить зарубежный вид порофора – дорогостоящего гидрида титана. Для получения пенометаллов были исследованы газообразующие свойства порофоров – гидрида титана TiH_2 , карбоната кальция $CaCO_3$, карбоната кальция $CaCO_3$ (прокаленного при температуре 300 °С). Проведен сравнительный анализ состава, определение остаточных веществ и термической стабильности.

Ключевые слова: пористые материалы, порофор, пенометаллы, открытые и закрытые поры, прессование, спекание.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF USING LOW-COST POROPHORES TO OBTAIN THE LATEST MATERIALS

I.V. Lapin, V.V. Zhilyakov, G.A. Aminova, and I.V. Vishnyakova

The paper considers the environmental aspect of the material obtained from waste disposal, which should replace the foreign type of porophore presented in the form of expensive titanium hydride. To obtain foamed metals, the gas-forming properties of porophores, namely, titanium hydride TiH_2 , calcium carbonate $CaCO_3$, calcium carbonate $CaCO_3$ (calcined at a temperature of 300 °C) were studied. A comparative analysis of the composition was carried out, residual substances and thermal stability were determined.

Keywords: porous materials, porophore, foam metals, open and closed pores, pressing, sintering.

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА НАПЫЛЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ПОРОШКОВЫХ ПОКРЫТИЙ

**В.Л. Федяев, Э.Р. Галимов, А.Р. Сираев,
А.В. Беляев, Л.В. Сироткина**

Целью работы является определение влияния внешних факторов на напыление полимерных порошковых композиций. Представлено математическое описание протекающих теплогазодинамических процессов. Определено относительное охлаждение осевших полимерных частиц при изменении температуры окружающего воздуха. Приведены рекомендации по уменьшению негативного воздействия внешних факторов на качество полимерных порошковых покрытий.

Ключевые слова: напыление; полимерные порошковые материалы; изменение температуры; воздействие окружающего воздуха, бокового ветра.

EFFECT OF EXTERNAL FACTORS ON DEPOSITION OF POLYMER POWDER COATINGS

**V.L. Fedyaev, E.R. Galimov, A.R. Siraev, A.V. Belyaev,
and L.V. Sirotkina**

The aim of this work is to determine the effect of external factors on the deposition of polymer powder compositions. A mathematical description of the proceeding thermodynamic processes is presented. The relative cooling of the settled polymer particles with a change in ambient temperature is determined. Recommendations are given to reduce the negative impact of external factors on the quality of polymer powder coatings.

Keywords: deposition; polymeric powder materials; temperature change; exposure to ambient air, crosswind.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПОДДЕРЖАНИЯ ЛЕТНОЙ ГОДНОСТИ ОБЪЕКТОВ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ НА СТРУКТУРНОМ УРОВНЕ

Б.А. Кесель, Л.Г. Кесель

Представлены методические особенности решения задачи поддержания летной годности изделий авиационной техники за счет прогнозирования остаточного ресурса на структурном уровне с применением критерия адекватности.

Ключевые слова: летная годность, вспомогательный газотурбинный двигатель, критерий адекватности, остаточный ресурс, назначенный ресурс, эффективность действия, долговечность материального комплекса, вероятность безотказной работы, наработка на отказ.

SOLVING THE PROBLEM OF MAINTAINING THE AIRWORTHINESS OF AIRCRAFT FACILITIES AT THE STRUCTURAL LEVEL

B.A. Kesel' and L.G. Kesel'

The paper presents the methodological features of solving the problem of maintaining the airworthiness of aircraft facilities by predicting the residual life at the structural level using the criterion of adequacy.

Keywords: airworthiness, auxiliary gas turbine engine, criterion of adequacy, residual life, assigned life, efficiency, durability of the material complex, the probability of failure-free operation, time to failure.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТИ СУЩЕСТВОВАНИЯ МНОГОХОДОВЫХ МОД В РЕЗОНАТОРЕ КООКСИАЛЬНОГО ЛАЗЕРА С ДЕФОРМИРОВАННЫМ ПЛОСКИМ ЗЕРКАЛОМ

Л.Г. Кесель

Представлена методика определения области существования многоходовых мод в оптическом резонаторе коаксиального лазера, позволяющая в трехмерной модели оценить влияние деформаций выходного зеркала на М-моды.

Ключевые слова: коаксиальный лазер, оптический резонатор, многоходовые моды, выходное зеркало, деформации.

DETERMINATION OF THE REGION OF EXISTENCE OF MULTI-PASS MODES IN THE RESONATOR OF A COAXIAL LASER WITH A DEFORMED PLANE MIRROR

L.G. Kesel'

The paper presents a method for determining the region of existence of multi-pass modes in the optical resonator of a coaxial laser, which allows in a three-dimensional model to estimate the effect of deformations of the output mirror on the M-modes.

Keywords: coaxial laser, optical resonator, multi-pass modes, output mirror, deformation.

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА ИННОВАЦИОННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Л.Т. Моисеева, В.С. Моисеев

На основе модификации классической задачи о рюкзаке предлагаются модели и методы формирования оптимального состава инновационного оборудования, применяемого для производства перспективных изделий машиностроения. Решается двухкритериальная задача с ограничениями на объем средств, выделяемых для приобретения оборудования, и на площадь его размещения. Разработанная методика за счет своей инвариантности может быть использована на предприятиях для объективного выбора оборудования.

Ключевые слова: инновационное оборудование машиностроения, задача о рюкзаке, двухкритериальная оптимизация, эвристический метод.

OPTIMIZATION OF THE CHOICE OF INNOVATIVE TECHNOLOGICAL EQUIPMENT IN MECHANICAL ENGINEERING

L.T. Moiseeva and V.S. Moiseev

Based on the modification of the classic knapsack problem, the paper proposes models and methods for forming the optimal composition of innovative equipment used for the production of promising engineering products. A two-criteria problem is solved with restrictions on the amount of funds allocated for the acquisition of equipment, and on the area of its placement. Due to its invariance, the technique developed can be used at enterprises for an objective choice of equipment.

Keywords: innovative machinery equipment, knapsack problem, two-criteria optimization, heuristic method.

УДК 621.319.52

СЪЕМ СИГНАЛА С АСПИРАЦИОННОЙ КАМЕРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО *LC*-КОНТУРА

В.М. Маковеев, А.Р. Гильмутдинов

Рассмотрен способ измерения концентрации аэроионов, основанный на использовании параллельного *LC*-контура, в котором роль индуктивности выполняет гиратор. Приведена функциональная схема прибора и его входного каскада. Получено выражение для колебаний, возникающих в *LC*-контуре, и их зависимость от измеряемой концентрации аэроионов. Предложен алгоритм автоматического выбора диапазона измерения.

Ключевые слова: концентрация аэроионов, аспирационная камера, индуктивность, *LC*-параллельный колебательный контур, гиратор, компаратор, измерительный канал.

REMOVING A SIGNAL FROM AN ASPIRATION CAMERA WITH USING THE PARALLEL LC CONTOUR

V.M. Makoveev and A.R. Gil'mutdinov

This paper describes a method for measuring the concentration of air ions. The method is based on using the parallel LC circuit in which the gyrator acts as an inductance. Functional diagram of the device and its input cascade are given. The expression for the oscillations that occur in the LC circuit and their dependence on the measured concentration of ions is obtained. Algorithm for automatic selection of the measurement range is proposed.

Keywords: concentration of air ions, aspiration camera, inductance, parallel LC circuit, gyrator, comparator, measuring channel.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

А.Р. Губаев

Рассмотрены вопросы анализа состояния автоматизированных систем управления технологическим процессом генерирующих объектов, в которых применяются сквозные методы кодирования объектов. Предлагается создать интеллектуальную систему, способную отсортировать возникающие сигналы о неисправностях, негативно влияющих на работу оборудования. Представлен результат работы программы сортировки.

Ключевые слова: критические неисправности, интеллектуальная система, достоверность, сортировка.

INTELLECTUAL SYSTEM FOR DETERMINING CRITICAL FAULTS OF GENERATING EQUIPMENT

A.R. Gubaev

This paper considers the issues of analyzing the state of automated process control systems for generating facilities that use the end-to-end encoding methods for objects. It is proposed to create an intelligent system capable of sorting the emerging signals of malfunctions that negatively affect the operation of equipment. The result of the sorting program is presented.

Keywords: critical faults, intellectual system, reliability, sorting.

ПРИМЕНЕНИЕ НОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРИ ОБУЧЕНИИ МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ МАШИНОСТРОЕНИЯ В УСЛОВИЯХ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

А.М. Сагдатуллин

Представлены результаты разработки и применение информационной модели при обучении моделированию производственных объектов машиностроения. В основу информационной модели положен практико-ориентированный подход организации образовательного процесса вуза. Выявлено, что применение данного подхода при обучении моделированию изделий и автоматизации технологической подготовки производства на основе программ CAD/PLM является ключевым звеном при целевой подготовке высококвалифицированных кадров, формировании компетентностной модели студента, а также способствует профориентации студентов.

Ключевые слова: информационная система, моделирование, профориентация, практико-ориентированный подход, CAD/PLM-системы, целевая подготовка высококвалифицированных кадров.

APPLICATION OF A NOVEL INFORMATION MODEL IN TEACHING THE MODELING OF THE PRODUCTION OBJECTS IN MECHANICAL ENGINEERING UNDER ADDITIVE MANUFACTURING

A.M. Sagdatullin

The paper presents the results of the development and application of an information model in teaching the modeling of industrial objects in mechanical engineering. The information model is based on a practice-oriented approach to the organization of the educational process at the university. The use of this approach in teaching the product modeling and automation of technological preparation of production based on the CAD/PLM programs is a key element in targeted training of highly qualified personnel, the formation of a student's competence model, and also contributes to the vocational guidance of students.

Keywords: information system, modeling, vocational guidance, practice-oriented approach, CAD/PLM systems, targeted training of highly qualified personnel.

РАЗРАБОТКА ОПЕРАТОРСКОГО ИНТЕРФЕЙСА УДАЛЕННОГО ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ МОНИТОРА РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ЗАПОЛНЕНИЯ СМЕСИ

А.М. Сагдатуллин

Представлены результаты разработки операторского интерфейса удаленного телеуправления для монитора реального времени заполнения смеси. Спроектирована структурная схема объекта управления, реализована программная часть с решением дифференциального уравнения заданной конструкции судна, которая рассмотрена как резервуар для содержания поступающей на вход продукции. Сделан вывод о возможности системы реализовать управление в реальном времени и отслеживать параметры транспортировки и загрузки нефтепродуктов в резервуары судна.

Ключевые слова: информационная система, моделирование, операторский интерфейс, удаленное телеуправление, мониторинг, монитор реального времени.

DEVELOPMENT OF AN OPERATOR INTERFACE OF REMOTE TELECONTROL FOR A REAL-TIME MONITOR OF FILLING THE MIXTURE

A.M. Sagdatullin

The results of developing the operator interface of remote telecontrol for a real-time monitor of filling the mixture are presented. The structural diagram of the control object was designed, the software part was implemented with solving the differential equation of the given vessel design, which is considered as a reservoir for keeping of products coming to the input. It is concluded that the system can implement real-time control and monitor the parameters of transportation and loading of petroleum products into the vessel tanks.

Keywords: information system, modeling, operator interface, remote control, monitoring, real-time monitor.

**АЛГОРИТМ ИЗМЕРЕНИЯ
И КОНТРОЛЯ БИЕНИЙ И ОВАЛЬНОСТИ
ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ШПИНДЕЛЯ**

Б.М. Валеев, Ю.К. Евдокимов

Предложена математическая модель вращающегося овального вала с биениями. По результатам измерений четырех датчиков расстояния до поверхности дана оценка овальности, биений и эксцентриситета вращающегося вала.

Ключевые слова: овальность, биения, шпиндель.

**ALGORITHM OF OUTFUN AND ROUNDNESS MEASUREMENT
AND CONTROL FOR A HIGH SPEED ROTATING SPINDLE**

B.M. Valeev and Yu.K. Evdokimov

In this paper, the mathematical model of a rotating out-of-round spindle with outrun is proposed. Roundness, outrun, and eccentricity of the rotating spindle are estimated by the results of measuring the distance to the surface by four sensors.

Keywords: roundness, outrun, spindle.

СЕНСОРНЫЕ СЕТИ И ПОКРЫТИЕ ОГРАНИЧЕННОЙ ОБЛАСТИ ЭЛЛИПСАМИ

Ш.И. Галиев, Р.Н. Латыпова, А.В. Хорьков, С.М. Чернявский

Предлагаются математические модели и численные алгоритмы минимизации числа сенсоров и их расположение для покрытия ограниченной области эллипсами (зонами обзора сенсоров) заданных параметров. Вводятся ограничения на расстояния между сенсорами. Предложены методы, позволяющие минимизировать число эллипсов и найти их оптимальные расположения как при вводимых ограничениях, так и без них. Предложен метод определения приближенной нижней границы плотности покрытия заданной области. Приведены некоторые результаты численных экспериментов.

Ключевые слова: сенсорные сети, число сенсоров, оптимизация, расположение сенсоров, покрытие эллипсами, линейные математические модели.

SENSOR NETWORKS AND COVERING OF A BOUNDED DOMAIN WITH ELLIPSES

Sh.I. Galiev, R.N. Latypova, A.V. Khor'kov, and S.M. Chernyavskii

Mathematical models and numerical algorithms for minimizing the number of sensors and their location for covering a bounded domain with ellipses of specified parameters are proposed. Restrictions on the distance between the sensors are introduced. Methods are proposed that minimize the number of ellipses and find their optimal locations, both with the introduced restrictions and without them. A method is proposed for determining the approximate lower boundary of the covering density of a given region. Some results of numerical experiments are presented.

Keywords: sensor networks, number of sensors, optimization, sensor arrangement, covering with ellipses, linear mathematical models.

АССОЦИАТИВНАЯ ЗАЩИТА ТЕКСТОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТОВ

И.С. Вершинин, С.В. Пыстогов, Р.Ф. Гибадуллин, Д.А. Гашигуллин

Предлагается инфологическая схема базы данных для ассоциативной защиты текстовых сообщений. Рассматриваются вопросы кодирования текстовых символов и формирования защищенной базы данных из кодированного текста. Приводятся сравнительные оценки производительности при хранении этой базы на одном и на множестве узлов. Тестированием по NIST уточняется оценка стегостойкости ассоциативной защиты в данном случае. Проводится сравнение скоростей сокрытия и раскрытия стеготекста со случаем применения для целей защиты современной отечественной криптосистемы «Кузнечик».

Ключевые слова: ассоциативная защита текстовых сообщений, инфологическая схема базы данных, адаптация полнообъектной СУБД к новому применению, тестирование по NIST, сравнение с криптосистемой «Кузнечик».

ASSOCIATIVE TEXT MESSAGE PROTECTION

I.S. Vershinin, S.V. Pystogov, R.F. Gibadullin, and D.A. Gashigullin

An infological database schema for associative text message protection is proposed. The issues of encoding text characters and the formation of secure database from encoded text are considered. Comparative performance estimates are given for storing this database on one and many nodes. By testing according to NIST, the assessment of the steganographic stability of associative protection in this case is specified. A comparison is made of the speeds of concealment and disclosure of stegotext with the case of application for the protection purposes of the modern domestic Kuznechik cryptosystem.

Keywords: associative text message protection, infological database schema, adaptation of a full-featured DBMS to new application, NIST testing, comparison with the Kuznechik cryptosystem.

МЕТОД ОЦЕНКИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

М.И. Николаев, Ю.К. Евдокимов, А.Н. Доронин

Цель исследования – уменьшение погрешности измерений в производственных условиях. Получена количественная оценка метрологической квалификации персонала. Идентифицированы источники погрешности. Предложен алгоритм действий, ведущих к уменьшению погрешности.

Ключевые слова: измерение, погрешность, метрологическое обеспечение, метрологическая экспертиза, приборостроение.

METHOD FOR EVALUATING METROLOGICAL QUALIFICATIONS

M.I. Nikolaev, Yu.K. Evdokimov, and A.N. Doronin

The purpose of the study is to reduce the measurement error in a production environment. A quantitative assessment of the metrological qualifications of the staff is obtained. The sources of error are identified. An algorithm of actions leading to a decrease in the error is proposed.

Keywords: measurement, error, metrological support, metrological examination, instrument engineering.

ВЛИЯНИЕ РЕЗОНАНСНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ НА ВОЛЬТ-АМПЕРНУЮ ХАРАКТЕРИСТИКУ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА

С.А. Фадеев, Н.Ф. Кашапов, А.И. Сайфутдинов

Представлены результаты экспериментальных исследований влияния резонансных акустических колебаний на вольт-амперную характеристику тлеющего разряда. Показано, что в присутствии резонансных акустических колебаний при фиксированных значениях тока наблюдается увеличение энерговклада в разряд.

Ключевые слова: тлеющий разряд, акустические колебания, вольт-амперная характеристика, резонанс.

THE EFFECT OF RESONANT ACOUSTIC OSCILLATIONS ON THE CURRENT-VOLTAGE CHARACTERISTICS OF A GLOW DISCHARGE

S.A. Fadeev, N.F. Kashapov, and A.I. Saifutdinov

In this paper, the effect of resonant acoustic oscillations on the current-voltage characteristics of a glow discharge is investigated experimentally. It is shown that the fraction of energy input into the discharge increases in the presence of resonant acoustic oscillations at fixed values of the current.

Keywords: glow discharge, acoustic oscillations, current-voltage characteristic, resonance.

СТАБИЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОЙ ПОСАДКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ БЕЗ ШАССИ НА ПОДВИЖНУЮ ПЛАТФОРМУ НА СКОЛЬЗЯЩИХ РЕЖИМАХ ПРИ ВОЗМУЩЕНИЯХ

А.С. Мещанов, А.М. Бикмурзин

Получен метод стабилизации переменной тягой ракетных двигателей, с помощью которых при действии возмущений осуществляются разгон и торможение подвижной платформы с получением в заданный момент на указанном расстоянии скорости движения подвижной платформы, с которой приземляющийся летательный аппарат касается поверхности подвижной платформы. Отсутствие шасси усиливает надежность посадки, увеличивает массу полезной нагрузки и снижает удельную стоимость доставки грузов на орбиту и возвращения их на Землю. Эта же подвижная платформа используется для разгона летательного аппарата при горизонтальном старте.

Ключевые слова: стабилизация программной посадки летательного аппарата без шасси, подвижная платформа, ракетные двигатели, переменная тяга, разгон и торможение, неопределенные возмущения, скольльзящие режимы заданных порядков, качество переходных процессов.

STABILIZATION OF PROGRAMMED LANDING FOR AIRCRAFT WITHOUT LANDING GEAR ON A MOBILE PLATFORM IN SLIDING MODES UNDER PERTURBATIONS

A.S. Meshchanov and A.M. Bikmurzin

The paper presents a method of stabilization by the variable thrust of rocket engines. A mobile platform (MP) is accelerated and decelerated by these engines under the action of perturbations with obtaining a speed of the MP at a given point, at which the landing aircraft touches the surface of the MP. The absence of a landing gear increases landing reliability, increases payload mass, and reduces the specific cost of delivering cargo to orbit and returning it to Earth. The same MP is used to accelerate the aircraft at a horizontal start.

Keywords: stabilization of programmed landing of an aircraft without landing gear, mobile platform, rocket engines, variable thrust, acceleration and deceleration, indeterminate perturbations, sliding modes of specified orders, quality of transients.