

УДК 697 (075.8)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ НА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛОВОГО НАСОСА ДЛЯ ДИСТИЛЛЯЦИИ ВОДЫ

**А.М. Омар Альмохаммед, Ф.М.Филиппова, Н.Ф. Тимербаев,
Р.Н. Пигилова**

В данной работе изучено влияние нагрева хладагента перед процессом сжатия в тепловых насосах. Источником энергии, который используется для нагрева хладагента, является солнечный коллектор, соединенный с теплообменником, добавленным между испарителем и компрессором теплового насоса. Исследование учитывает влияние дополнительного тепла на производительность горячей и холодной стороны теплового насоса. Усовершенствованный тепловой насос встроен в систему дистилляции воды для подачи тепловой энергии на испарение воды, а также для отвода тепла от водяного пара для его конденсации. Высокая эффективность цикла теплового насоса приводит к экономии энергии, используемой для очистки воды. Процесс отгонки воды ведется под вакуумом.

Ключевые слова: тепловой насос, тепловая энергия, механическая перекачка, солнечная энергия, эффективные системы, хладагенты.

INVESTIGATION OF THE SOLAR ENERGY'S INFLUENCE ON THE ENERGY EFFICIENCY OF A HEAT PUMP FOR WATER DISTILLATION

**A.M. Omar Almohammed, F.M. Filippova, N.F. Timerbaev, and
R.N. Pigilova**

In this paper, the effect of heating the refrigerant before the compression process in heat pumps is studied. The energy source that is used to heat the refrigerant is a solar collector connected to a heat exchanger added between the evaporator and the heat pump compressor. The study takes into account the effect of additional heat on the performance of the hot and cold side of the heat pump. An advanced heat pump is integrated into the water distillation system to supply thermal energy for water evaporation, as well as to remove heat from water vapor for its condensation. The high efficiency of the heat pump cycle results in energy savings used for water purification. The process of distilling water is carried out under vacuum.

Keywords: heat pump, thermal energy, mechanical pumping, solar energy, efficient systems, refrigerants.

СНИЖЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ОКСИДОВ АЗОТА ИЗМЕНЕНИЕМ КОНСТРУКЦИИ МНОГОФОРСУНОЧНОЙ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ ГТД

А.В. Бакланов

Представлены результаты моделирования рабочих процессов в многофорсуночной камере сгорания газотурбинного двигателя работающего на газообразном топливе. Рассмотрено два варианта камеры сгорания базовый и модернизированный. Выполнен расчет базового варианта при котором выявлены недостатки конструкции и произведена доработка внедрением втулок на кольцах жаровой трубы, также выполнено перераспределения отверстий по длине жаровой трубы и изменена конструкция форсунки. По результатам расчетов подтверждена эффективность разработанных мероприятий в части уменьшения уровня концентрации оксидов азота в продуктах сгорания.

Ключевые слова: камера сгорания, оксиды азота, температурное поле, моделирование, процессы горения.

DECREASE IN CONCENTRATION OF NITROGEN OXIDES HAVING CHANGED THE COMBUSTION CHAMBER DESIGN

A.V. Baklanov

Results of modeling processes in the combustion chamber of the gas-turbine engine which uses gaseous fuel are presented. Two options of the combustion chamber basic and modernized are considered. Calculation of basic option is executed and design shortcomings are revealed. Then completion of a design is made. on rings of a spherical pipe plugs are installed, it is also executed redistributions of openings on length of a spherical pipe and the nozzle design is changed. By results of calculations the efficiency of the developed actions is confirmed. It is reduced urovn concentration of nitrogen oxides in combustion products.

Keywords: combustion chamber, nitrogen oxides, temperature field, modeling, burning processes.

**ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НАТРИЯ
НА АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ АЛЮМИНИЕВОГО
ПРОВОДНИКОВОГО СПЛАВА AlTi 0,1
В СРЕДЕ ЭЛЕКТРОЛИТА NaCl**

И.Н. Ганиев, Г.М. Рахматуллоева, Ф.Ш. Зокиров, Б.Б. Эшов

Приведены результаты экспериментального исследования влияния натрия на анодное поведение алюминиевого проводникового сплава AlTi 0,1, в среде электролита NaCl. Исследования проведены потенциостатическим методом в потенциодинамическом режиме при скорости развертки потенциала 2 мВ/с. Показано, что модифицирование натрием алюминиевого проводникового сплава AlTi 0,1 способствует смещению потенциалов свободной коррозии, питтингообразования и репассивации в положительную область значений. Скорость коррозии алюминиевого проводникового сплава AlTi 0,1 при модифицировании 0,01–0,5 мас. % натрием снижется на 10–20 %. От концентрации хлорид-иона в электролите NaCl отмечены рост скорости коррозии сплавов и смещение в область отрицательных значений величины электрохимических потенциалов.

Ключевые слова: алюминиевый сплав AlTi 0.1, натрий, потенциостатический метод, стационарный потенциал, потенциал коррозии, скорость коррозии, электролит NaCl.

**INFLUENCE OF SODIUM ADDITIONS ON THE ANODIC
BEHAVIOR OF ALUMINUM CONDUCTOR ALLOY AlTi 0.1
IN A NaCl ELECTROLYTE MEDIUM**

I.N. Ganiev, G.M. Rakhmatulloeva, F.Sh. Zokirov, and B.B. Ashov

The results of an experimental study of the effect of sodium on the anodic behavior of the aluminum conductor alloy AlTi 0.1 in the NaCl electrolyte medium are presented. The studies were carried out by the potentiostatic method in the potentiodynamic mode at a potential sweep rate of 2 mV/s. It is shown that sodium modification of the aluminum conductor alloy AlTi 0.1 promotes a shift in the potentials of free corrosion, pitting formation, and repassivation to the positive range of values. The corrosion rate of the aluminum conductor alloy AlTi 0.1 when modified with 0.01–0.5 wt.% sodium decreases by 10–20%. Depending on the chloride ion concentration in the NaCl electrolyte, an increase in the corrosion rate of alloys and a shift to the region of negative values of the electrochemical potentials were noted.

Keywords: AlTi 0.1 aluminum alloy, sodium, potentiostatic method, stationary potential, corrosion potential, corrosion rate, NaCl electrolyte.

ВЫРАЩИВАНИЕ ГРАДИЕНТНОГО ПОРИСТОГО ОБРАЗЦА Ti – Ta

Д.В. Гусева, А.И. Горунов

В данной работе был напечатан градиентный образец методом прямого нанесения металла концентрированными энергетическими потоками с изменяющейся мощностью лазерного излучения. Печать осуществлялась порошковой смесью Ti + Ta. Выявлено влияние тантала на микроструктуру напечатанного образца, изучены зависимость пористости и микротвердости от мощности лазерного излучения.

Ключевые слова: аддитивное производство, титан, тантал, VT6, микротвердость, микроструктура, пористость, градиентная пористость.

MANUFACTURING A GRADIENT POROUS Ti – Ta SAMPLE

D.V. Guseva and A.I. Gorunov

In this work, a gradient sample was printed using the method of direct metal deposition by concentrated energy flows with varying laser radiation power. Printing was carried out with a powder mixture of Ti+Ta. The influence of tantalum on the microstructure of the printed sample was revealed, the dependence of porosity and microhardness on the power of laser radiation was studied.

Keywords: additive manufacturing, titanium, tantalum, VT6, microhardness, microstructure, porosity, gradient porosity.

ПОЛУЧЕНИЕ БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА ИЗ МАСЛА ДЕРЕВА ШИ

**С.В. Мазанов, А.О. Соловьева, А.У. Аетов, И.М. Мубаракшин,
Р.З. Мусин, А.В. Тарасова**

Представлены результаты получения образцов биодизельного топлива проведением реакции переэтерификации масла дерева Ши в среде этанола в сверхкритических условиях в диапазоне температур 608...673 К, давлении 30 МПа при мольном соотношении спирт – масло 30:1 – 42:1. Измерена кинематическая вязкость продукта реакции переэтерификации для сравнения ее значений со значениями вязкости для биодизельного топлива по международным стандартам. Представлены и проанализированы результаты измерения кинематической вязкости полученных образцов биодизельного топлива.

Ключевые слова: масло дерева Ши, этанол, суб- и сверхкритические флюидные условия, переэтерификация, биодизельное топливо.

PRODUCTION OF BIODIESEL FUEL FROM SHEA BUTTER

**S.V. Mazanov, A.O. Solov'ova, A.U. Aetov, I.M. Mubarakshin,
R.Z. Musin, and A.V. Tarasova**

The results of obtaining samples of biodiesel fuel by carrying out the reaction of transesterification of Shea butter in ethanol medium under supercritical conditions, in the temperature range of 608–673 K, at a pressure of 30 MPa, at a molar ratio of "alcohol : oil" 30:1 – 42:1 and reaction time are presented. 30 minutes. The kinematic viscosity of the product of the transesterification reaction was measured to compare its values with the viscosity values for biodiesel fuel according to international standards. The results of measuring the kinematic viscosity of the obtained samples of biodiesel fuel are presented and analyzed.

Keywords: shea butter, ethanol, sub- and supercritical fluids, transesterification, biodiesel.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БАЗА ЭФФЕКТА ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ СКОРОСТИ ПОТОКА ЖИДКОСТИ

Р.Г. Рахматуллина, А.А. Валиев, Ф.Х. Халиуллин, А.Р. Маскова

Экспериментально исследованы изменения температуры поверхности теплового потока проводника. Собрана экспериментальная установка для исследования «теплового следа» потока жидкости. Разработана методика, позволяющая определить направление и величину теплового потока жидкости в непрозрачном потоке проводника.

Ключевые слова: тепловой поток, теплообмен, движение жидкости, температура, жидкокристаллическая смесь.

EXPERIMENTAL BASIS OF THE EFFECT OF HEAT FLOW WHEN THE FLUID FLOW RATE CHANGES

R.G. Rakhmatullina, A.A. Valiev, F.H. Khaliullin, and A.R. Maskova

In this paper, changes in the surface temperature of the heat flux of the conductor are experimentally investigated. An experimental setup has been assembled to study the "heat trace" of the fluid flow. A technique has been developed to determine the direction and magnitude of the heat flow of a liquid in an opaque conductor flow.

Keywords: heat flow, heat exchange, fluid motion, temperature, liquid crystal mixture.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦИОННЫХ И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Р.Г. Рахматуллина, А.Н. Зиннатуллина, Н.Г. Киселева, А.Р. Маскова

Создание конструкционных и теплоизоляционных материалов одна из важнейших проблем развития образцов техники и эффективных энергетических установок. Для создания даже опытных образцов необходимо производства новых теплоизоляционных материалов. В данной работе предложена моделирование, технология изготовления конструкционных и теплоизоляционных изделий. Проведен метод дифференциального термического анализа в целях определения теплофизических характеристик.

Ключевые слова: теплопроводность, температура, конвективный теплообмен, теплоизоляционные материалы, дифференциальный термический анализ.

MODELING AND METHODOLOGY OF RESEARCH OF THERMOPHYSICAL CHARACTERISTICS OF STRUCTURAL AND THERMAL INSULATION MATERIALS

R.G. Rakhmatullina, A.N. Zinnatullina, N.G. Kiseleva, and A.R. Maskova

The creation of structural and thermal insulation materials is one of the most important problems of the development of samples of equipment and efficient power plants. To create even prototypes, it is necessary to produce new thermal insulation materials. In this paper, modeling, manufacturing technology of structural and thermal insulation products is proposed. The method of differential thermal analysis is carried out in order to determine the thermophysical characteristics.

Keywords: thermal conductivity, temperature, convective heat exchange, thermal insulation materials, differential thermal analysis.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЛОТНОСТИ ДИСПЕРСНОЙ КОМПОНЕНТЫ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ МЕЖКОМПОНЕНТНОГО СКОРОСТНОГО СКОЛЬЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИ ЗАРЯЖЕННОЙ ГАЗОВЗВЕСИ

Д.А. Тукмаков, Н.А. Тукмакова

Работа посвящена математическому моделированию динамики неоднородных электрически заряженных сред. Исследовалась динамика газовзвесей – взвешенных в газе твердых частиц. Математическая модель реализовывала континуальный подход к моделированию динамики неоднородных сред: модель учитывала межкомпонентный обмен импульсом, а также межкомпонентный теплообмен. Несущая среда описывалась как вязкий, сжимаемый, теплопроводный газ. Уравнения математической модели дополнены начальными и граничными условиями. Исследовано влияние физической плотности материала дисперсной компоненты на интенсивность межкомпонентного скоростного скольжения в электрически нейтральной и электрически заряженной газовзвесах.

Ключевые слова: численное моделирование, газовзвеси, многофазные среды, сила Кулона, модели плотности электрического заряда, межфазное взаимодействие.

NUMERICAL STUDY OF THE INFLUENCE OF THE DENSITY OF A DISPERSED COMPONENT ON THE INTENSITY OF INTERCOMPONENT HIGH-SPEED SLIDING IN AN ELECTRICALLY CHARGED GAS SUSPENSION

D.A. Tukmakov and N.A. Tukmakova

The work is devoted to mathematical modeling of the dynamics of inhomogeneous electrically charged media. The dynamics of gas suspensions, i.e., solid particles suspended in a gas, was studied. The mathematical model implemented a continuum approach to modeling the dynamics of inhomogeneous media - the model took into account intercomponent momentum exchange, as well as intercomponent heat transfer. The carrier medium was described as a viscous, compressible, heat-conducting gas. The equations of the mathematical model are supplemented with initial and boundary conditions. The influence of the physical density of the material of the dispersed component on the intensity of intercomponent high-speed sliding in electrically neutral and electrically charged gas suspensions has been studied.

Keywords: numerical simulation, gas suspensions, multiphase media, Coulomb force, electric charge density models, interfacial interaction.

ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ БЕНЗИЛОВОГО СПИРТА С ДИОКСИДОМ УГЛЕРОДА И ПРОПАНОМ

К.М. Фан, С.В. Мазанов, Р.Р. Накипов, З.И. Зарипов, Ф.М. Гумеров

Представлен анализ фазового поведения бинарных систем, включающих одного из представителей ароматических спиртов (фенилэтанола) и двух потенциальных экстрагентов, предполагаемых к использованию в сверхкритическом флюидном состоянии. Проведено исследование фазового состояния термодинамических систем CO_2 – бензиловый спирт и пропан – бензиловый спирт в околокритической области состояния с использованием оптической ячейки высокого давления. Получены впервые данные по фазовым равновесиям системы пропан – бензиловый спирт. Зафиксированы состояния различной фазности.

Ключевые слова: фазовые равновесия, бензиловый спирт, диоксид углерода, пропан, сверхкритические условия.

PHASE EQUILIBRIUM OF BENZYL ALCOHOL WITH CARBON DIOXIDE AND PROPANE

Q.M. Phan, S.V. Mazanov, R.R. Nakipov, Z.I. Zaripov, and F.M. Gumerov

An analysis of the phase behavior of binary systems is presented, including one of the representatives of aromatic alcohols (phenylethanol) and two potential extractants intended for use in the supercritical fluid (SCF) state. The study of the phase state of the thermodynamic systems "CO₂-benzyl alcohol" and "propane-benzyl alcohol" in the near-critical region of the state was carried out using a high-pressure optical cell. For the first time, data on phase equilibria of the "propane-benzyl alcohol" system were obtained. The states of different phases are fixed.

Keywords: phase equilibrium, gasoline alcohol, carbon dioxide, propane, supercritical conditions.

УДК 658.5.012.6

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ С ЧПУ

В.В. Елифанов

Предложен подход к технологическому проектированию металлорежущих станков с ЧПУ формированием их функциональных моделей и функционально-структурных моделей с применением функционально-стоимостного анализа. Приведены функциональная и функционально-структурная модели металлорежущего станка с ЧПУ, предназначенного для обработки группы деталей типа фланцев, крышек, стаканов по классификатору ЕСКД.

Ключевые слова: проектирование, металлорежущий станок, модель, структура, анализ, деталь, группа.

TECHNOLOGICAL DESIGN OF CNC METAL-CUTTING MACHINES

V.V. Epifanov

The article proposes an approach to the technological design of CNC metal-cutting machines by forming their functional models and functional-structural models using functional-cost analysis. Functional and functional-structural models of a CNC metal-cutting machine designed for processing a group of parts such as flanges, caps, cups according to the ESCD classifier are given.

Keywords: design, metal-cutting machine, model, structure, analysis, detail, group.

ФРАКТОГРАФИЯ ИЗЛОМОВ И ПРИЧИНЫ РАЗРУШЕНИЯ ПОРШНЕЙ ДВС БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Ф.И. Муратаев, И.В. Васильева

Исследован характер разрушения поршней автомобильного ДВС. Микроскопическим анализом изломов выявлены загрязнения литого металла ликватами. Причина возникновения инцидента носит комплексный характер (сочетание конструктивных и эксплуатационных факторов), вызвана неоднородностью и стеснением значительных температурно-силовых деформаций металла, локализацией проявления газовой коррозии металла рабочей поверхности поршней.

Ключевые слова: поршни ДВС, алюминиевый литой сплав, дефекты, изломы, причины разрушения.

FRACTOGRAPHY OF FRACTURES AND CAUSES OF DESTRUCTION OF PISTONS OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES OF UNMANNED AERIAL VEHICLES

F.I. Murataev and I.V. Vasilieva

The nature of the destruction of the pistons of an automobile internal combustion engine has been studied. Microscopic analysis of fractures revealed contamination of the cast metal with liquates. The cause of the incident is complex in nature – a combination of design and operational factors, it is caused by the heterogeneity and constraint of significant temperature-force deformations of the metal, the localization of the manifestation of gas corrosion of the metal of the working surface of the pistons.

Keywords: internal combustion engine pistons, cast aluminum alloy, defects, breaks, causes of failure.

**РЕЗЕРВЫ РОСТА
ЭФФЕКТИВНОСТИ И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ
РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ
ПО ПРОИЗВОДСТВУ И СЕРВИСУ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

М.Ф. Сафаргалиев

Цель статьи заключалась в исследовании резервов эффективности и конкурентоспособности распределенной производственной системы по производству и сервису электротехнического оборудования и обосновании мер по их освоению на основе самостоятельной разработки внедрения цифровых технологий. Исследование проводилось на базе одного из крупных татарстанских предприятий, осуществляющего производство, монтаж и обслуживание высокотехнологичного электротехнического оборудования для строительства коммунальной инфраструктуры. Учитывая распределенность производственной системы и важность развития цифровых инструментов управления объектами коммунальной инфраструктуры, предложен стратегический для предприятия проект «Создание и внедрение программно-аппаратных комплексов (ПАК) мониторинга функционирования объектов коммунальной и промышленной инфраструктуры».

Ключевые слова: система, организация производства, децентрализованная система управления, программно-аппаратные комплексы, ресурсы, производственный цикл, цифровизация, эффективность.

**RESERVES FOR THE GROWTH OF EFFICIENCY AND
COMPETITIVENESS OF A DISTRIBUTED PRODUCTION
SYSTEM FOR THE PRODUCTION AND SERVICE OF
ELECTRICAL EQUIPMENT**

M.F. Safargaliev

The purpose of the article was to study the reserves of efficiency and competitiveness of a distributed production system for the production and service of electrical equipment and substantiate measures for their development based on the independent development of the introduction of digital technologies. The study was conducted on the basis of one of the large Tatarstan enterprises engaged in the production, installation and maintenance of electrical equipment for the construction of communal infrastructure. Taking into account the distribution of the production system and the importance of developing digital tools for managing communal infrastructure facilities, a strategic project for the enterprise “Creation and implementation of software and hardware systems (HSS) for monitoring the functioning of communal and industrial infrastructure facilities” was proposed.

Keywords: system, organization of production, decentralized control system, software and hardware systems, resources, production cycle, digitalization, efficiency.

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА ПО ОРГАНИЗАЦИИ ЕДИНОГО СКЛАДСКОГО ПРОСТРАНСТВА НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ ЛОГИСТИКИ И ИНСТРУМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Р.Ш. Хасанов, М.Н. Стяжкин, М.Ф. Сафаргалиев, И.В. Морева

Представлены описание и результаты реализации пилотного проекта АО «ПОЗИС» по организации единого складского пространства, в основу которого был положен комплексный подход, включавший выявление и анализ проблем, разработку и реализацию мероприятий с учетом основных принципов логистики и применением методов и инструментов бережливого производства. Внедрение проекта позволило организовать работу одного из самых больших складов предприятия с учетом современных подходов к логистике складирования и организации производства, а также получить экономический эффект более 6,5 млн рублей.

Ключевые слова: организация производства, организация складского хозяйства, принципы логистики, методы и инструменты бережливого производства, складские процессы, бизнес-процессы, адресное хранение, рационализация рабочего пространства.

IMPLEMENTATION OF THE PROJECT ON THE ORGANIZATION OF A SINGLE WAREHOUSE SPACE BASED ON THE PRINCIPLES OF LOGISTICS AND LEAN PRODUCTION TOOLS

R.Sh. Khasanov, M.N. Styazhkin, M.F. Safargaliev, and I.V. Moreva

The description and results of the implementation of the pilot project of JSC «POZIS» on the organization of a single warehouse space, which was based on an integrated approach, which included the identification and analysis of problems, the development and implementation of measures taking into account the basic principles of logistics and the use of methods and tools of lean manufacturing. The implementation of the project made it possible to organize the work of one of the largest warehouses of the enterprise, taking into account modern approaches to warehousing logistics and production organization, as well as to obtain an economic effect of more than 6,5 million rubles.

Keywords: organization of production, organization of warehouse management, principles of logistics, methods and tools of lean production, warehouse processes, business processes, address storage, rationalization of workspace.

О РОЛИ РЕГИОНАЛЬНОГО НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА В РАЗВИТИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ ТАТАРСТАНА

И.В. Юсупова, М.Ф. Сафаргалиев, А.Г. Арзамасова, Д.К. Селезнев

Цель статьи состояла в формировании структуры программы «Научно-технологическое развитие Республики Татарстан». В статье рассматривается региональный научно-образовательный комплекс как драйвер промышленного развития республики. Реализация программы предусматривает системную эволюцию казанской агломерации в направлении роста субцентров занятости как эффективного инструмента для децентрализации населения и улучшения уровня жизни и качества окружающей среды.

Ключевые слова: долгосрочный план развития агломерации, научно-технологический суверенитет, научно-технологическое развитие, промышленность, организация производства, Республика Татарстан.

ON THE ROLE OF THE REGIONAL SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL COMPLEX IN THE DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL PRODUCTION IN TATARSTAN

I.V. Yusupova, M.F. Safargaliev, A.G. Arzamasova, and D.K. Seleznev

The purpose of the article was to form the structure of the program "Scientific and technological development of the Republic of Tatarstan". The article considers the regional scientific and educational complex as a driver of the republic's industrial development. The implementation of the program provides for the systemic evolution of the Kazan agglomeration in the direction of the growth of sub-employment centers as an effective tool for decentralizing the population and improving the standard of living and the quality of the environment.

Keywords: long-term plan for the development of the agglomeration, scientific and technological sovereignty, scientific and technological development, industry, organization of production, Republic of Tatarstan.

УДК 535.083.2

**ОБЪЕКТЫ СРАВНЕНИЯ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-
ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ
И ИДЕНТИФИКАЦИИ НАНООБЪЕКТОВ В ПРОДУКТАХ
БИОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА**

**А.Р.И. Аль-Хаиали, В.П. Шелохвостов, М.В. Макаrchук,
В.Н. Чернышов**

Проведено исследование свойств водных растворов (суспензий) наноразмерных объектов различной концентрации (последовательное разведение). Разработана методика создания объектов сравнения для информационно-измерительной системы на основе среды с малой концентрацией наноконпонентов, соответствующей аномальной проводимости. Показана возможность применения разработанной системы для обнаружения и идентификации наноконпонентов органического происхождения (наноцеллюлоза) в средах биотехнологических процессов с использованием образцов сравнения.

Ключевые слова: наноматериалы, целлюлоза, информационная система, измерение, идентификация.

**OBJECTS OF COMPARISON FOR INFORMATION-
MEASURING SYSTEM FOR DETECTION AND
IDENTIFICATION OF NANO-OBJECTS IN BIOCHEMICAL
SYNTHESIS PRODUCTS**

**A.R.I. Al-Khaiali, V.P. Shelokhvastov, M.V. Makarchuk, and
V.N. Chernyshov**

An information-measuring system for the detection and identification of nano-objects (cellulose) in biochemical synthesis products is considered, based on resonance phenomena between the studied and reference media (objects of comparison). The properties of aqueous solutions (suspensions) of nanosized objects of various concentrations (successive dilution) were studied. A technique has been developed for creating comparison objects for an information-measuring system based on a medium with a low concentration of nanocomponents corresponding to anomalous conductivity. The possibility of using the developed system for the detection and identification of nanocomponents of organic origin (nanocellulose) in biotechnological process media using reference samples is shown.

Keywords: nanomaterials, cellulose, information system, measurement, identification.

ТРЕХКОМПОНЕНТНЫЙ ДАТЧИК ВЕКТОРА ВОЗДУШНОЙ СКОРОСТИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НА ОСНОВЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ НАБЕГАЮЩЕГО ВОЗДУШНОГО ПОТОКА

Е.С. Ефремова, Б.И. Мифтахов, В.С. Солдаткин

Обосновывается важность и ограничения на применение традиционных и разрабатываемых средств измерения вектора воздушной скорости, построенных на основе аэрометрического, вихревого и ионно-меточного методов контроля параметров набегающего воздушного потока. Рассматривается функциональная схема, модели формирования и обработки информативных сигналов и раскрываются конкурентные преимущества и перспективность применения на малоразмерных и других пилотируемых и беспилотных летательных аппаратах трехкомпонентного датчика вектора воздушной скорости с одним неподвижным приемником и встроенным вычислителем на основе ультразвукового метода контроля набегающего воздушного потока, обладающим простой конструкцией, малой массой и стоимостью.

Ключевые слова: летательный аппарат, вектор, воздушная скорость, измерение, трехкомпонентный датчик, ультразвуковой метод, контроль, набегающий воздушный поток, функциональная схема, модели, сигналы, обработка, конкурентные преимущества, применение.

THREE-COMPONENT SENSOR OF THE AIRCRAFT AIRSPEED VECTOR BASED ON ULTRASONIC METHOD FOR CONTROL OF INCOMING AIRFLOW PARAMETERS

E.S. Efremova, B.I. Miftahov, and V.S. Soldatkin

The importance and restrictions on the use of rare and developed means of measuring the airspeed vector, based on aerometric, vortex and ion-tag methods for monitoring the parameters of the oncoming air flow, are substantiated. A functional model for the formation and processing of informative signals is considered and the advantages and prospects of using competitive small-sized and other unmanned manned vehicles of a three-seat airspeed vector sensor with a fixed receiver and calculated on the basis of an ultrasonic sensor of the oncoming air flow, which have a simple design, low mass and constant design.

Keywords: aircraft, vector, airspeed, measurement, three-component sensor, ultrasonic method, control, oncoming airflow, functional diagram, models, signals, processing, competitive advantages, application.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ВИХРЕВОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОТНО-СКОРОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДОЗВУКОВОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Е.С. Ефремова, К.В. Солдаткина

Рассматриваются недостатки традиционных систем измерения высотно-скоростных параметров, ограничивающих их применение на сверхлегких и малоразмерных летательных аппаратах. Это определяет перспективы оригинальной системы измерения на вихревом методе контроля параметров набегающего воздушного потока с малыми инструментальными погрешностями. Разрабатываются аналитические модели, проводится расчет и анализ методических аэродинамических погрешностей вихревой системы, обусловленных искажениями невозмущенного воздушного потока при движении и обтекании фюзеляжа летательного аппарата в месте установки системы. Проводится количественная оценка методических погрешностей измерительных каналов системы и пути их уменьшения.

Ключевые слова: дозвуковой летательный аппарат, высотно-скоростные параметры, измерение, вихревая система, измерительные каналы, методические погрешности, аналитические модели, расчет и количественная оценка.

ERRORS OF METHOD'S STUDY OF THE VORTEX MEASURING SYSTEM OF SUBSONIC AIRCRAFT PLANE'S ALTITUDE-SPEED PARAMETERS

E.S. Efremova and K.V. Soldatkina

The disadvantages of traditional systems for measuring altitude and speed parameters that limit their use on ultralight and small-sized aircraft planes (AP) are considered. This determines the prospects of the original measuring system based on the vortex method of monitoring the parameters of the incoming air flow with small instrumental errors. Analytical models are being developed, calculation and analysis of aerodynamic errors of method of the vortex system caused by distortions of undisturbed air flow during movement and streamlining the AP's fuselage at installation site of the system is carried out. A quantitative assessment of errors of method of instrumentation channels of the system and ways to reduce them is carried out.

Keywords: subsonic aircraft plane, altitude-speed parameters, measuring, vortex system, instrumentation channels, errors of method, analytical models, calculation and quantitative valuation.

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ СПУТНИКА КАИ-1

**А.А. Кузнецов, И.И. Васильев, Ш.Р. Валиуллин, К.А. Липатников,
Д.Д. Габидуллин, И.И. Хайдаров**

В работе представлено описание полезной нагрузки – волоконно-оптической системы измерения температуры спутника КАИ-1 формата кубсат. Дано краткое описание проблематики использования волоконно-оптических датчиков в космических аппаратах в срезе мировой науки, описаны этапы разработки полезной нагрузки, ее наземных испытаний и результаты измерений в космосе.

Ключевые слова: кубсат, волоконные брэгговские решетки, волоконно-оптические датчики температуры, фотоника, наноспутник.

FIBER-OPTICAL SYSTEM FOR MEASURING THE TEMPERATURE OF THE KAI-1 SATELLITE

**A.A. Kuznetsov, I.I. Vasiliev, Sh.R. Valiullin, K.A. Lipatnikov, and
D.D. Gabidullin, and I.I. Khaidarov**

The paper presents a description of the payload – a fiber-optic temperature measurement system of the KAI-1 satellite in the CubeSat format. A brief description of the problems of using fiber-optic sensors in spacecraft in the context of world science is given, the stages of payload development, its ground tests and the results of measurements in space are described.

Keywords: CubeSat, fiber bragg gratings, fiber optic temperature sensors, photonics, nano satellite.

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА МАГНИТНЫХ ШУМОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ В ИЗДЕЛИЯХ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ

В.В. Филинов, Д.А. Головченко, А.А. Сандуляк, Д.А. Сандуляк

Приведены результаты зависимости случайного процесса перемагничивания от значения напряженности поля перемагничивания. Практически исследован характер изменения огибающей магнитного шума для ряда значений микронапряжений. Приведена модель, объясняющая особенности изменения энергетических параметров магнитных шумов при упругопластическом деформировании конструкционных сталей. Сделаны выводы о зависимости растягивающих и сжимающих напряжений на огибающую магнитного шума.

Ключевые слова: магнитные шумы, скачки Баркгаузена, неразрушающий контроль, ферромагнетики, упругопластическое деформирование, микронапряжения, макронапряжения, механические напряжения.

ON THE QUESTION OF USING THE METHOD OF MAGNETIC NOISE TO CONTROL MECHANICAL INCLUSIONS IN STRUCTURAL STEEL PRODUCTS

V.V. Filinov, D.A. Golovchenko, A.A. Sandulyak, and D.A. Sandulyak

The results of the dependence of the random process of magnetization reversal on the value of the strength of the remagnetization field are presented. Changes in the nature of the magnetic noise envelope for a number of measurements of microstresses are practically investigated. A model is presented that explains the features of the change in the parameters of energy noise during elastic-plastic deformation of structural steels. Conclusions are drawn about the dependence of tensile and compressive stresses on the magnetic noise envelope.

Keywords: magnetic noise, Barkhausen jumps, non-destructive testing, ferromagnets, elastoplastic deformation, microstress, macrostress, mechanical stress.