

ИЗЛУЧАТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ЖИДКИХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ ВИСМУТА

В.В. Сагадеев, С.Н. Михайлова, В.А. Аляев

Абсолютным радиационным методом измерены нормальные интегральные степени черноты жидких сплавов: висмут – свинец, висмут – индий и висмут – медь при различных температурах и концентрациях металлов. Погрешность измерений составила от $\pm 5\%$ до $\pm 8\%$.

Ключевые слова: излучательная способность, приповерхностный слой, кристаллическая решетка, состояние металлической жидкости.

EMISSIVITY OF LIQUID BISMUTH-BASED ALLOYS

V.V. Sagadeev, S.N. Mikhailova, and V.A. Alyaev

The normal total emissivity was measured by the absolute radiation method for the liquid bismuth – lead, bismuth – indium, and bismuth – copper alloys at different temperatures and concentrations of metals. The measurement error was $\pm 5\ldots 8\%$.

Keywords: emissivity, surface layer, crystal lattice, liquid metal state.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОРЕБРЕННЫХ ПЛОСКИХ ТРУБ АППАРАТА ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ МАСЛА

**С.В. Тиунов, А.Н. Скрыпник, Г.С. Маршалова,
В.М. Гуреев, И.А. Попов**

Разработаны пассивные методы воздействия на пристенную область теплопередающих поверхностей для повышения энергетической эффективности воздухоохлаждаемых теплообменников при фиксированных энергозатратах установок, в состав которых они входят. Показаны возможности выбора геометрических параметров оребрения плоских теплообменных секций для обеспечения наилучших тепловых показателей при фиксированных энергозатратах приводной техники аппарата воздушного охлаждения масла и уменьшения массогабаритных характеристик теплообменной секции.

Ключевые слова: теплообменный аппарат, оребрение, охлаждение, эффективность, теплопередача.

EXPERIMENTAL STUDY OF THERMAL-HYDRAULIC PERFORMANCE OF FINNED HEAT EXCHANGER FLAT PIPES FOR OIL AIR-COOLER

**S.V. Tiunov, A.N. Skrypnik, G.S. Marshalova,
V.M. Gureev, and I.A. Popov**

The study addresses the problem of decreasing energy consumption in an oil air-cooler by the application of flat pipes with finned surfaces. The paper showed experimental results of heat transfer and pressure drop for the flow in the heat exchanger section. The fin geometrical parameters in order to ensure maximal energy consumption and improve weight and dimensional heat exchanger properties are presented.

Keywords: heat exchanger, heat transfer augmentation, cooling, efficiency, heat transfer.

ФИЛЬТРАЦИЯ ФЛЮИДОВ НА НАСЫПНОМ КЕРНЕ ВОДНЫМИ РАСТВОРАМИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

О.А. Кузина, Д.А. Важенин

Проведено исследование отмывающей способности поверхностно-активных веществ с концентрацией 0,5 % масс. на модельной горной породе. Опыты по фильтрации для каждого из представленных поверхностно-активных веществ проводились не менее пяти раз для более достоверной оценки по отмывающей способности. Проведены расчеты капиллярного числа и числа Бонда с последующим их сопоставлением со значениями поверхностного натяжения. На основании полученных данных сделаны выводы о возможности использования насыпной модели керна для проверки отмывающей способности поверхностно-активных веществ, возможность использования капиллярного числа и числа Бонда как характеристических показателей фильтрационных свойств реагентов.

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества, межфазное натяжение, керн, отмывающая способность, капиллярное число, число Бонда.

FILTRATION OF FLUIDS ON BULK CORES BY AQUEOUS SOLUTIONS OF SURFACTANTS

O.A. Kuzina and D.A. Vazhenin

The washing ability of surfactants with a concentration of 0.5% by weight was studied on a model rock. Experiments on filtering for each of the surfactants presented were carried out at least five times for a more reliable assessment of the washing ability. The capillary number and the Bond number were calculated with their subsequent comparison with the surface tension values. Based on the data obtained, conclusions were drawn about the possibility of using a bulk core model to check the laundering ability of surfactants and the possibility of using the capillary number and the Bond number as characteristic indicators of the filtration properties of reagents.

Keywords: surfactant, interfacial tension, core, washing ability, capillary number, Bond's number.

ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ ПЛАЗМЕННОГО ПОТОКА ЗОНДОВЫМ МЕТОДОМ ПО ИМПУЛЬСУ ТОКА

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

Исследована динамика зондового тока при ступенчатом изменении потенциала в движущейся плазме продуктов сгорания. Показана связь динамики импульсного тока со скоростью плазменного потока. Рассмотрен способ измерения скорости плазмы, основанный на анализе динамических характеристик зондового тока.

Ключевые слова: плазменный поток, зонды, скорость.

MEASUREMENT OF THE PLAZMA FLOW VELOCITY USING THE PROBE METHOD BY A CURRENT PULSE

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

The dynamics of the probe current is investigated with a stepwise change in the potential in a moving plasma of combustion products. The relationship between the dynamics of a pulse current and the plasma flow velocity is shown. A method for measuring the plasma velocity based on the analysis of the dynamic characteristics of the probe current, is considered.

Keywords: plasma flow, probe, speed.

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА НЕСТАЦИОНАРНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ «НЕФТЬ – ВОДА – СВЕРКРИТИЧЕСКИЙ CO₂» НА ЗНАЧЕНИЕ ОСТАТОЧНОЙ НЕФТЕНАСЫЩЕННОСТИ ОДНОРОДНОЙ ПОРИСТОЙ СРЕДЫ

А.В. Радаев, А.Н. Сабирзянов

Создана экспериментальная установка и разработана методика проведения опыта по вытеснению нефти с использованием сверхкритических флюидных систем при различных схемах воздействия на пласт. Установка модернизирована с целью моделирования обводненности нефтяных пластов. Проведены пробные опыты по вытеснению нефти сверхкритическим CO₂ из однородного пласта обводненностью 80 %. Максимальное отклонение составило 10,2 %. Проведены экспериментальные исследования процесса вытеснения модельной нефти из модели обводненного однородного пласта обводненностью 65 %. Результаты показали увеличение коэффициента вытеснения нефти по сравнению с закачкой воды на 9–10 %.

Ключевые слова: сверхкритический флюид, трудноизвлекаемая нефть, обводненный однородный пласт, коэффициент вытеснения нефти, экспериментальный стенд, остаточная нефтенасыщенность.

INFLUENCE OF OPERATIONAL PARAMETERS OF THE PROCESS OF NONSTATIONARY FILTRATION “OIL–WATER–SUPERCRITICAL CO₂” ON THE VALUE OF RESIDUAL OIL SATURATION OF A HOMOGENEOUS POROUS MEDIUM

A.V. Radaev and A.N. Sabirzyanov

An experimental facility was created and a methodology was developed for conducting oil production using supercritical fluid systems with various formation effects patterns. The plant was upgraded to simulate the water content of oil reservoirs. Trial experiments were carried out to displace oil with supercritical (SC) CO₂ from a homogeneous reservoir with a water content of 80 %. The maximum deviation was 10.2%. Experimental studies of the process of displacing the model oil from a watered homogeneous reservoir model with a water content of 65 % were carried out. The results showed an increase in the oil displacement rate compared to water injection by 9–10 %.

Keywords: supercritical fluid, hard-to-recover oil, submerged homogeneous formation, oil displacement coefficient, formation, residual oil saturation.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БАЗА И МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЖИДКОГО ЧИСТОГО ГИДРАЗИНА И ЕГО СМЕСЕЙ С НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ДОБАВКАМИ – ФУЛЛЕРЕНАМИ

**В.А. Алтунин, Н.Б. Давлатов, М.А. Зарипова,
И.Н. Алиев, М.Л. Яновская**

Рассмотрены свойства и области применения жидкого чистого гидразина и его производных (гомологов) в ракетно-космической отрасли и в др. отраслях промышленности. Показаны существующие и перспективные пути дальнейшего повышения теплофизических, термодинамических и специальных свойств азотосодержащих горючих и специальных жидкостей, необходимых для перспективного дальнейшего повышения эффективности двигателей и энергоустановок летательных аппаратов и техносистем наземного, воздушного, аэрокосмического и космического базирования одноразового и многоразового использования. Поставлена цель по исследованию теплофизических свойств жидкого чистого гидразина и его смесей с сухими фуллеренами. Раскрыта экспериментальная база по исследованию теплофизических свойств азотосодержащих жидкостей в условиях их естественной конвекции при различных давлениях и температурах. Показаны методики проведения экспериментов и определения погрешностей при обработке результатов. Данная экспериментальная база и методики проведения экспериментов позволили определить теплофизические свойства жидкого чистого гидразина и сравнить их с результатами других авторов, а также определить влияние внедренных сухих фуллеренов на повышение теплофизических свойств гидразина.

Ключевые слова: жидкий чистый гидразин, азотосодержащие горючие, двигатели и энергоустановки летательных аппаратов, теплофизические свойства горючего, фуллерены, экспериментальные установки, методики проведения экспериментов.

EXPERIMENTAL FACILITIES AND TECHNIQUES OF STUDYING THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF LIQUID PURE HYDRAZINE AND ITS MIXTURES WITH NON-METALLIC ADDITIVES AS FULLERENES

**V.A. Altunin, N.B. Davlatov, M.A. Zaripova, I.N. Aliev,
and M.L. Yanovskaya**

The properties and fields of application for liquid pure hydrazine and its derivatives (homologs) in the rocket and space industry and other industries are considered. The existing and promising ways of further improvement of thermophysical, thermodynamic and special properties of nitrogen-containing fuels and special liquids that are necessary for the further efficiency increase of engines and power plants for land-, air-, aerospace- and space-based aircraft and technical systems of single and multiple use are shown. The main objective is to study the thermophysical properties of liquid pure hydrazine and its mixtures with dry fullerenes. The experimental base for studying the thermal properties of nitrogen-containing liquids under the conditions of their natural convection at different pressures and temperatures is displayed. Techniques of conducting experiments and determining errors in processing the results are shown. This experimental base and methods of experiments make it possible to determine the thermophysical properties of pure liquid hydrazine and compare them with the results of other authors as well as to determine an effect of dry fullerenes introduced on improvement of thermal properties of hydrazine.

Keywords: pure liquid hydrazine, nitrogen-containing fuels, aircraft engines and power plants, thermal properties of fuel, fullerenes, experimental facilities, methods of experiments.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГИДРАЗИНА И ЕГО СМЕСЕЙ С ФУЛЛЕРЕНАМИ

В.А. Алтунин, Н.Б. Давлатов, М.А. Зарипова, И.Н. Алиев, М.Л. Яновская

Показаны результаты экспериментальных исследований теплофизических свойств жидкого чистого гидразина и его смесей с сухими фуллеренами в условиях естественной конвекции в широком диапазоне параметров по давлению и температуре. На основе результатов исследований разработаны методики расчетов плотности, теплопроводности, теплоемкости и вязкости чистого гидразина и его смесей с фуллеренами марок C_{60} , C_{70} , C_{84} .

Ключевые слова: жидкий чистый гидразин, сухие фуллерены, двигатели и энергоустановки летательных аппаратов, теплофизические свойства горючего, методики расчета.

EXPERIMENTAL RESEARCH AND TECHNIQUES FOR CALCULATING THE THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF HYDRAZINE AND ITS MIXTURES WITH FULLERENES

V.A. Altunin, N.B. Davlatov, M.A. Zaripova, I.N. Aliev, and M.L. Yanovskaya

This paper presents the results of experimental research of thermophysical properties of liquid pure hydrazine and its mixtures with dry fullerenes under natural convection in a wide range of pressure and temperature parameters. Techniques for calculating the density, thermal conductivity, heat capacity, and viscosity of pure hydrazine and its mixtures with fullerenes of grades C_{60} , C_{70} , C_{84} were developed based on the findings of research.

Keywords: liquid pure hydrazine, dry fullerenes, aircraft engines and power plants, thermal properties of fuel, computational techniques.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИНТЕЗА СВЕРХТОНКИХ СЛОЕВ MoS_2 ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ

М.В. Морозов, О.В. Слесарева, И.В. Цивильский

Рассмотрены проблемы синтеза двумерных пленок дисульфида молибдена – потенциальной замены кремния в электронике. В ходе исследования проведено математическое моделирование процесса синтеза двумерных пленок MoS_2 методом металлорганического газофазного осаждения в программной среде ANSYS Fluent. В результате моделирования было исследовано влияние изменения таких факторов, как давление, температура и вращение подложки, на структуру получаемых пленок. На основе полученных данных были сделаны выводы о зависимости качества и размера пленок от условий процесса синтеза.

Ключевые слова: полупроводниковые монослои, синтез из газовой фазы, математическое моделирование, термодинамическая оценка.

MATHEMATICAL MODELING OF THE SYNTHESIS OF ULTRATHIN MoS_2 LAYERS FROM THE GAS PHASE

M.V. Morozov, O.V. Slesareva, and I.V. Tsivil'skii

This paper considers the problems of synthesizing the two-dimensional films of molybdenum disulfide as a potential replacement of silicone in electronics. The synthesis of the two-dimensional MoS_2 films by the metal-organic gas-phase deposition was simulated in the ANSYS Fluent software. Computational results show the influence of input conditions (such as pressure, temperature, and a rotating speed of the base) variation on morphologic structure of deposited layer. Conclusions on the dependence of the quality and size of the film on the conditions of the synthesis process were made based on the data obtained.

Keywords: semiconductor monolayers, gas phase synthesis, mathematical modeling, thermodynamic assessment.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНОЙ ТОЛЩИНЫ ИЗОЛЯЦИИ ПРОВОДОВ В ПОЖАРООПАСНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

А.П. Карибян, С.Г. Нерсисян

Представлена методика определения минимальной толщины изоляции проводов в пожароопасных условиях эксплуатации. Приведена минимальная толщина для изоляции типа Н в зависимости от сечения проводника. Подчеркнута важность правильности выбора материала изоляции с учетом температуры его плавления.

Ключевые слова: провод (проводник), изоляционный слой, изолирующее вещество, температура плавления, теплопроводность, тепловой поток.

DEFINITION OF THE MINIMUM THICKNESS OF THE INSULATING LAYER OF WIRES UNDER FIRE OPERATION

A.P. Karibyan and S.G. Nersesyan

The paper presents a definition of the minimum thickness of the insulating layer of wires under fire-hazardous operation conditions. The minimum thickness for the wire H is represented depending on the area of its cross section. The authors stress the importance to proper selection of the insulator taking into account the boundary melting point of its material.

Keywords: wire, insulating layer, insulating material, melting point of the border, thermal conductivity, heat flow.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СИНТЕЗА ПОЛИПРОПИЛЕНА В ПЕТЛЕВОМ РЕАКТОРЕ

**М.А. Назарова, Г.В. Мануйко, В.В. Бронская,
Г.А. Аминова, Р.С. Шайхетдинова**

Предложено математическое описание синтеза полипропилена в петлевом реакторе с учетом всех необходимых условий. Представлены математические балансы компонентов, тепловые балансы, граничные условия и т.д. Модель можно использовать для прогнозирования концентрации компонентов, скорости суспензии, температуры и давления. Актуальным является анализ полученных результатов с целью дальнейшего практического применения, в частности, для выявления рационального режима ведения процесса синтеза полипропилена.

Ключевые слова: петлевой реактор, синтез, полипропилен, математическое моделирование, диффузия.

MATHEMATICAL DESCRIPTION OF THE SYNTHESIS OF POLYPROPYLENE IN A LOOP REACTOR

**M.A. Nazarova, G.V. Manuiko, V.V. Bronskaya, G.A. Aminova,
and R.S. Shaikhetdinova**

The paper proposes a mathematical description of the synthesis of polypropylene in a loop reactor, taking into account all the necessary conditions. Mathematical balances of components, heat balances, boundary conditions, etc. are presented. The model can be used to predict component concentration, suspension rate, temperature, and pressure. It is of current interest to analyze the results with the aim of further practical application, in particular, to identify a rational mode of conducting the process of polypropylene synthesis.

Keywords: loop reactor, synthesis, polypropylene, mathematical modeling, diffusion.

К ОЦЕНКЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО СОСТОЯНИЯ ШАРИКОПОДШИПНИКОВ ОПОР ГТД ПОВЫШЕННОЙ ТЕПЛОНАПРЯЖЕННОСТИ

В.В. Рощин, Ф.Ф. Хабибуллин, С.Н. Ерахмадов

Представлены результаты оценки температурного состояния тяжело нагруженных шарикоподшипников опор роторов ГТД повышенной теплонапряженности.

Ключевые слова: тяжело нагруженные шарикоподшипники, тепловое состояние, внешний подогрев, средняя опора роторов, газотурбинный двигатель.

TO EVALUATION OF THERMAL STATE FOR BALL BEARINGS OF THE GAS TURBINE ENGINE SUPPORTS WITH HIGH THERMAL STRESS

V.V. Roshchin, F.F. Khabibullin, and S.N. Erakhmadov

The paper presents the results of evaluating the thermal state of heavily loaded ball bearings of the GTE rotor supports with high thermal stress.

Keywords: heavily-loaded ball bearing, thermal state, external heat supply, thrust support, gas turbine engine (GTE).

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАШИНАХ

**И.И. Хабибуллин, А.И. Мухамеджанов, С.А. Мухамеджанова,
Р.М. Низамутдинов**

Представлен краткий анализ публикаций по применению искусственных нейронных сетей при проектировании энергетических машин. Рассмотрены такие энергетические машины, как двигатели внутреннего сгорания, компрессоры и холодильные установки. Авторы предполагают возможным применять искусственные нейронные сети при проектировании аппаратов воздушного охлаждения с использованием высокоуровневого языка программирования Python.

Ключевые слова: энергетические машины, искусственные нейронные сети, двигатели внутреннего сгорания, компрессор, аппарат воздушного охлаждения, язык программирования Python.

APPLICATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS IN DESIGNING ENERGY MACHINES

**I.I. Khabibullin, A.I. Mukhamedzhanov, S.A. Mukhamedzhanova,
and R.M. Nizamutdinov**

A brief analysis of publications on the use of artificial neural networks in the design of energy machines is presented. Such energy machines as internal combustion engines, compressors, and coolant units are considered. The authors suggest that it is possible to use artificial neural networks in designing the air cooling devices based on the Python programming language.

Keywords: energy machines, artificial neural networks, inertial combustion engine, compressor, air cooling device, Python programming language.

КОНТРОЛЬ ВЯЗКОСТИ И ОТВЕРЖДЕНИЯ ЭПОКСИДНЫХ СВЯЗУЮЩИХ МЕТОДОМ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

А.М. Гайфутдинов, К.А. Андрианова, Л.М. Амирова, Р.Р. Амиров

Показана возможность применения метода диэлектрического анализа для контроля вязкости и процесса отверждения эпоксидных связующих при производстве изделий из полимерных композиционных материалов. Изучена возможность контролирования реологических характеристик эпоксидных связующих при повышении температуры с использованием диэлектрических датчиков. Изучен процесс отверждения эпоксидных связующих диэлектрическим методом в изотермическом и неизотермическом режимах. Разработаны рекомендации для контроля вязкости связующих и степени конверсии в процессе отверждения по данным диэлектрического анализа.

Ключевые слова: диэлектрический анализ, ионная вязкость, эпоксидные связующие, отверждение.

CONTROL OF EPOXY BINDER VISCOSITY AND CURING BY THE DIELECTRIC ANALYSIS METHOD

A.M. Gaifutdinov, K.A. Andrianova, L.M. Amirova, and R.R. Amirov

This paper demonstrates the possibility of applying the method of dielectric analysis for controlling the viscosity and the curing process of epoxy binders in manufacturing of polymer composite materials. The possibility of controlling the rheological characteristics of epoxy binders with temperature using dielectric sensors is studied. The process of epoxy binder curing is studied by the dielectric method in the isothermal and non-isothermal modes. Recommendations for controlling the viscosity of the binder and the degree of conversion during curing according to the dielectric analysis are formulated.

Keywords: dielectric analysis, ionic viscosity, polymer binder, curing.

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВОЙСТВ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ФОРМ

Р.В. Гавариев, И.А. Савин, Д.Л. Панкратов

Среди множества различных способов повышения эксплуатационной стойкости пресс-форм для литья под давлением существуют такие, которые основаны на нанесении тонких многослойных износостойких покрытий методом катодно-ионной бомбардировки. Однако по причине достаточно малой толщины наносимых покрытий измерение их параметров является сложной задачей. В связи с этим в статье рассмотрены методы определения основных параметров тонких многослойных покрытий, таких, как микротвердость, коэффициенты отслоения и трещиностойкости, модуль Юнга. Представлены результаты измерений нескольких покрытий различных составов.

Ключевые слова: износостойкое покрытие, многослойное покрытие, пресс-форма, литье под давлением, измерение.

TO DETERMINING THE PARAMETERS OF WEAR-RESISTANT COATINGS OF METAL MOULDS

R.V. Gavariev, I.A. Savin, and D.L. Pankratov

Among the many different ways to improve the operational resistance of molds for injection moulding, there are those that are based on the application of thin multilayer wear-resistant coatings by cathodic-ion bombardment. However, due to the relatively small thickness of the coatings, measuring their parameters is a difficult task. Therefore, the paper considers the methods of determining the main parameters of thin multilayer coatings such as microhardness, coefficients of delamination and fracture toughness, Young's modulus. The results of measurements for several coatings of different compositions are presented.

Keywords: wear-resistant coating, multilayer coating, mould, injection moulding, measurement.

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА РАЗРАБОТЧИКОВ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Л.Т. Моисеева, В.С. Моисеев

На основе модификации классической «задачи о наименьшем покрытии» предлагаются модели и методы формирования оптимального состава специалистов для разработки заданного состава инновационных технологических процессов, применяемых для производства перспективных изделий машиностроения. Разработанная методика за счет своей инвариантности может быть использована на предприятиях для объективного отбора инженерно-технических работников и других видов специалистов.

Ключевые слова: инновационные технологии в машиностроении; разработчики; оптимизация; задача о наименьшем покрытии.

OPTIMIZATION OF THE COMPOSITION OF DEVELOPERS OF INNOVATIVE TECHNOLOGICAL PROCESSES IN MECHANICAL ENGINEERING

L.T. Moiseeva and V.S. Moiseev

Based on the modification of the classical “minimum coverage problem”, the paper proposes models and methods for forming the optimal composition of specialists to develop a given composition of innovative technological processes used for the production of advanced engineering products. The developed technique due to its invariance can be used at enterprises for the objective selection of engineering and technical workers and other types of specialists.

Keywords: innovative technologies in mechanical engineering; developers; optimization; least coverage problem.

ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТРУКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ С ЧПУ

В.В. Епифанов

Представлен методический подход к технологическому проектированию металлорежущих станков с ЧПУ на основе методологии функционального моделирования IDEF0. Представлена функциональная модель процесса технологического проектирования. Для рассмотрения внутренней структуры основного процесса с использованием механизма декомпозиции рассмотрены подпроцессы, входящие в основной процесс. Установлены взаимосвязи между подпроцессами, раскрывающими последовательность технологического проектирования металлорежущих станков с ЧПУ: «комплексная деталь – структура технологического процесса (операции) – функции станка – технические параметры станка – функционально-структурная модель станка».

Ключевые слова: станок, проектирование, технология, функция, модель.

FUNCTIONAL AND STRUCTURAL DESIGN OF CNC MACHINE TOOLS

V.V. Epifanov

The paper presents a technical approach to the technological design of CNC machine tools based on the functional modeling methodology IDEF0. A functional model of the technological design process is presented. To examine the internal structure of the main process using the decomposition mechanism, subprocesses that are part of the main process are considered. The interrelations between the subprocesses revealing the sequence of technological design of the CNC are established, namely, “complex part – the structure of the technological process (operations) – functions of the machine – technical parameters of the machine – functional and structural model of the machine”.

Keywords: machine, design, technology, function, model.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ АБСОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ СВЕТОВОДОВ, АКТИВИРОВАННЫХ ХРОМОМ

А.Н. Абрамов, А.Н. Гурьянов, А.С. Раевский, М.В. Яшков

Исследованы абсорбционные свойства легированных ионами хрома алюмосиликатных волоконных световодов с высокой концентрацией оксида алюминия в сердцевине. Показано, что увеличение концентрации оксида алюминия в пределах 6,5 до 29,1 мол. % приводит к увеличению количества ионов Cr^{3+} и одновременному уменьшению концентрации ионов Cr^{4+} в сердцевине волокна. При синтезе преформы алюмосиликатного световода, легированного ионами хрома, в окислительной атмосфере наблюдается увеличение концентрации ионов Cr^{6+} в сердцевине волокна. Предложенная методика регистрации спектров пропускания в световодах в процессе отжига позволила исследовать зависимость абсорбционных свойств волоконных световодов от параметров термообработки.

Ключевые слова: поглощение, муллит, волоконный световод, высокотемпературный отжиг, хром.

A TECHNIQUE OF STUDYING THE ABSORPTION PROPERTIES OF ALUMINOSILICATE OPTICAL FIBERS ACTIVATED BY CHROMIUM

A.N. Abramov, A.N. Gur'yanov, A.S. Raevskii, and M.V. Yashkov

The absorption properties of chromium-doped aluminosilicate optical fibers with a high concentration of aluminum oxide in the core are investigated. It is shown that an increase in the concentration of aluminum oxide from 6.5 to 29.1 mol.% leads to an increase in the number of Cr^{3+} ions and a simultaneous decrease in the concentration of Cr^{4+} ions in the fiber core. During the synthesis of the preform of an aluminosilicate fiber doped with chromium ions in an oxidizing atmosphere, an increase in the concentration of Cr^{6+} ions in the fiber core is observed. The proposed technique for recording the transmission spectra in fibers in the course of annealing made it possible to investigate the dependence of the absorption properties of optical fibers on the parameters of heat treatment.

Keywords: absorption, mullite, optical fiber, high-temperature annealing, chromium.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ НЕШТАТНЫХ СИТУАЦИЙ

**О.А. Степущенко, И.Ш. Шарафеев, Г.Ф. Мингалеев,
В.В. Трутнев**

Рассматриваются задачи, стоящие перед организацией производства в условиях нештатных ситуаций и ее основные направления развития. При этом акцент сделан на необходимости совместных действий предприятий и служб МЧС посредством разработки и сопровождения единого интегрированного информационного пространства. В качестве средств снижения возможных рисков от последствий нештатных ситуаций рассматривается использование экспертных систем, экстренных средств информационной коммуникации, мониторинг и типовой стандарт предприятия «Организационно-техническая профилактика нештатных ситуаций на промышленных предприятиях».

Ключевые слова: организация производства, нештатные ситуации, бесперебойность производственных процессов.

PRODUCTION ORGANIZATION IN THE CONDITIONS OF EMERGENCY SITUATIONS

**O.A. Stepushchenko, I.Sh. Sharafeev, G.F. Mingaleev,
and V.V. Trutnev**

The paper discusses the challenges facing the production organization in emergency situations and its main directions of development. At the same time, emphasis was placed on the need for joint actions of enterprises and services of the Ministry of Emergency Situations, through the development and maintenance of integrated information space. As a means of reducing the possible risks from the consequences of emergency situations, we consider the use of expert systems and emergency communications, monitoring and the standard of the company "Organizational and technical prevention of emergency situations in industrial enterprises".

Keywords: production organization, emergency situation, uninterrupted production.

ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ, КАЛИБРОВКА И ПАСПОРТИЗАЦИЯ ПРИЕМНИКОВ ВОЗДУШНЫХ ДАВЛЕНИЙ ПО АЭРОДИНАМИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

**А.Г. Берг, В.П. Деревянкин, В.А. Павлинов,
А.А. Павловский, В.М. Солдаткин**

Рассмотрены аэродинамические характеристики приемника воздушных давлений и их связь с изменением конструктивных параметров и скосом набегающего потока с погрешностями измерения высотно-скоростных параметров полета. Исследовано влияние технологического разброса геометрических параметров приемника воздушных давлений на аэродинамические характеристики, рассмотрена методика калибровки и паспортизации приемника воздушных давлений по аэродинамическим характеристикам, определяемых по результатам аэродинамических продувок.

Ключевые слова: приемник воздушных давлений, технологический разброс, аэродинамические характеристики, взаимозаменяемость, калибровка, паспортизация.

INTERCHANGEABILITY, CALIBRATION AND CERTIFICATION OF AIR PRESSURE RECEIVERS ACCORDING TO AERODYNAMIC CHARACTERISTICS

**A.G. Berg, V.P. Derevyankin, V.A. Pavlinov,
A.A. Pavlovskii, and V.M. Soldatkin**

This paper considers the aerodynamic characteristics of the air pressure receiver (APR) and their relationship with the change of structural parameters and the slope of the incoming flow with errors of measuring the altitude-speed parameters of the flight. The influence of the technological spread of the geometric parameters of APR on the aerodynamic characteristics is studied. We consider the technique of calibration and certification of the APR by aerodynamic characteristics determined by the wind-tunnel data.

Keywords: air pressure receiver, technological spread, aerodynamic characteristics, interchangeability, calibration, certification.

ОПТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ МАЛОГАБАРИТНЫХ СПЕКТРОАНАЛИЗАТОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Н.К. Павлычева, Р.Р. Ахметгалева, Д.Ш. Сибгатулина

Показана целесообразность разработки малогабаритных спектроанализаторов для мониторинга гидротехнических сооружений, определены оптимальные технические характеристики малогабаритных спектрофлуориметров и спектрофотометров. Описаны разработанные оптические схемы – спектрофлуориметра на основе вогнутой голограммной дифракционной решетки с коррекцией меридиональной комы в двух точках спектрограммы и спектрофотометра на основе вогнутой голограммной решетки и проекционного зеркала. Приведены результаты компьютерного моделирования и экспериментальные данные, полученные на лабораторных образцах приборов.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, спектрограф, спектроанализатор, спектрофлуориметр, спектрофотометр, вогнутая голограммная дифракционная решетка, абберационная функция, коррекция аббераций.

OPTICAL SCHEMES OF COMPACT SPECTRUM ANALYZERS FOR MONITORING OF HYDRAULIC ENGINEERING STRUCTURES

N.K. Pavlycheva, R.R. Akhmetgaleeva, and D.Sh. Sibgatulina

The expediency of developing the compact spectrum analyzers for monitoring of hydraulic engineering structures are shown. The optimal technical characteristics of small-sized spectrofluorimeters and spectrophotometers are determined. The developed optical schemes of a spectrofluorimeter based on concave holographic diffraction grating with correction of the meridional coma in two points of the spectrogram and a spectrophotometer based on concave holographic grating and the projection mirror are described. The results of computer simulation and experimental data obtained on laboratory devices are presented.

Keywords: hydraulic engineering structures, spectrograph, spectrum analyzer, spectrofluorometer, spectrophotometer, concave hologram diffraction grating, aberration function, aberration correction.

АППАРАТНО-ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ГЕНЕРАТОРА ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ НА ОСНОВЕ ИНЪЕКТИВНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

В.М. Захаров, А.И. Гумиров, Б.Ф. Эминов

Представлена реализация аппаратно-программного модуля генератора линейных и нелинейных псевдослучайных последовательностей с периодом $2^n - 1$ на основе встроенной блочной памяти программируемых логических интегральных схем (микросхема XC3S700A). Программная реализация представлена на основе VHDL-описания. Модель генератора реализована в виде автономного конечного автомата с функцией переходов на основе линейного регистра сдвига. Функция выходов представлена в виде композиции линейных и нелинейных преобразований над конечным полем. Приведены аппаратные ограничения встроенной блочной памяти ПЛИС XC3S700A, при которых в первом случае величина n , определяющая период формируемых ПСП, достигает максимального значения, равно 320, при максимальном быстродействии модуля; во втором случае величина n достигает максимального значения, равно 1280, при использовании полного объема блочной памяти ПЛИС XC3S700A.

Ключевые слова: аппаратно-программный генератор псевдослучайных последовательностей, архитектура ПЛИС, композиция преобразований, аппаратная сложность, встроенная блочная память.

HARDWARE-SOFTWARE IMPLEMENTATION OF A PSEUDORANDOM SEQUENCE GENERATOR BASED ON INJECTIVE TRANSFORMATIONS

V.M. Zakharov, A.I. Gumirov, and B.F. Eminov

The implementation of the hardware-software module of the linear and nonlinear pseudorandom sequence generator with a period $2^n - 1$ based on the built-in block memory of programmable logic integrated circuits is presented (XC3S700A microchip). Software implementation is presented based on the VHDL description. The generator model is implemented as an autonomous finite state automaton with a transition function based on a linear shift register. The output function is represented as a composition of linear and nonlinear transformations over a finite field. The hardware limitations of the XC3S700A FPGA built-in block memory are given, at which, in the first case, the value of n that determines the period of the formed memory pseudorandom sequences, reaches a maximum value of 320 at the maximum module speed and in the second case, the value of n gives an available value of 1280 in using the total amount of block memory of the FPGA XC3S700A.

Keywords: hardware-software generator of pseudorandom sequences, FPGA architecture, composition of transformations, hardware complexity, built-in block memory.

ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ВОДИТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛА

**С.Н. Горохов, Т.Ф. Щербакова, А.А. Коробков,
А.Р. Садыков, Т.Р. Шагвалиев**

Рассматривается разработка и практическая реализация телеметрической системы контроля состояния «бодрость – сон – утомление» водителя с использованием бесконтактных электродов. Приводятся результаты разработки метода выделения дрейфа изолинии на основе регуляризации, позволяющего с высокой точностью выделять дрейф изолинии. Иллюстрируется практическое применение данного метода в блоке обработки электрокардиосигнала реализованной телеметрической системы.

Ключевые слова: телекоммуникационная система, электрокардиосигнал, тахикардия, брадикардия, бесконтактные электроды, устройство приема, устройство обработки, дрейф изолинии.

TELEMETRY SYSTEM OF MONITORING THE STATUS OF DRIVERS OF VEHICLES BASED ON ELECTROCARDIOSIGNAL ANALYSIS

**S.N. Gorokhov, T.F. Scherbakova, A.A. Korobkov,
A.R. Sadykov, and T.R. Shagvaliev**

This paper discusses the development and practical implementation of a telemetry system for monitoring the driver's state "wake-sleep-fatigue" using the contactless electrodes as well as the development of a method for isoline drift isolation based on regularization, which allows to allocate the drift of the isoline with high accuracy. The application of this method is illustrated by the processing unit of the implemented telemetry system.

Keywords: telecommunication system, electrocardiosignal, tachycardia, bradycardia, contactless electrodes, receiving device, processing device, contour drift.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ГОСУДАРСТВЕННОГО ПЕРВИЧНОГО СПЕЦИАЛЬНОГО ЭТАЛОНА МАССОВОГО РАСХОДА ГАЗОЖИДКОСТНОЙ СМЕСИ ГЭТ 195-2011

В.Н. Петров, К.А. Левин, Ю.Ф. Гортышов, Ю.К. Евдокимов

Описана автоматизированная система управления технологическим процессом, разработанная специально для Государственного первичного специального эталона массового расхода газожидкостной смеси ГЭТ 195-2011. Рассмотрено программное обеспечение контролируемых параметров. Показано, как осуществляется сбор данных и управление технологическим процессом, как архивируются данные и осуществляется их извлечение из базы данных.

Ключевые слова: эталон, программное обеспечение, автоматизированное рабочее место, оператор, техпроцесс, визуализация.

AUTOMATED MEASUREMENT SYSTEM OF STATE PRIMARY SPECIAL MEASUREMENT STANDARD OF MASS FLOWRATE OF GAS-LIQUID MIXTURE GET 195-2011

V.N. Petrov, K.A. Levin, Yu.F. Gortyshov, and Yu.K. Evdokimov

The paper presents the automated process control system developed specifically for the State primary special measurement standard of the mass flow rate of the gas-liquid mixture GET 195-2011. The software of the controlled parameters is described. The process of data collection and technological process control as well as data backup retrieval from the database is considered.

Keywords: standard, software, automated working place, operator, technological process, visualization.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛА С ПОМОЩЬЮ АНАЛИЗА ЕГО ФАЗОВОГО СПЕКТРА С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАЛИЧИЯ ИЛИ ОТСУТСТВИЯ ПОЗДНИХ ПОТЕНЦИАЛОВ ЖЕЛУДОЧКОВ СЕРДЦА

Т.Ф. Щербакова, Седов С.С., Галимзянов Э.Р., Мухаметзянов О.А.

Проводится спектральный анализ I стандартного отведения электрокардиосигнала с целью обнаружения наличия или отсутствия поздних потенциалов желудочков сердца. В процессе исследования анализируются сигналы, взятые из базы данных PTB Diagnostic ECG database электронного ресурса в открытом доступе Physionet. С помощью аппарата быстрого преобразования Фурье получены фазовые спектры электрокардиосигналов. Предложен параметр K, показывающий наличие или отсутствие поздних потенциалов желудочков сердца на электрокардиосигнале. Этот параметр представляет собой отношение суммарных составляющих фазового спектра в области низких частот к составляющим в области высоких частот. Определены граничные частоты и пороговое значение параметра K, при которых анализ электрокардиосигналов на наличие/отсутствие поздних потенциалов желудочков сердца будет наиболее достоверным.

Ключевые слова: поздние потенциалы желудочков, метод Симсона, спектральный анализ, фазовый спектр, цифровая обработка сигналов.

INVESTIGATION OF A ELECTROCARDIOSIGNAL USING ITS PHASE SPECTRUM ANALYSIS WITH THE PURPOSE OF DETERMINING THE PRESENCE OR ABSENCE OF HEART'S VENTRICULAR LATE POTENTIALS

T.F. Shcherbakova, S.S. Sedov, E.R. Galimzyanov, O.A. Mukhametzyanov

In this paper, spectral analysis for electrocardiosignal's I standard lead is made with the purpose of determining the presence or absence of heart's ventricular potentials. In studying the signals of PTB Diagnostic ECG database from open-access electronic source Physionet are analyzed. Phase spectrums of electrocardiosignals are acquired by the fast Fourier transform. The parameter K is proposed that shows the presence or absence of heart's ventricular late potentials at the electrocardiosignal. This parameter is a ratio of summary components of phase spectrum at low frequency range to the elements at high frequency range. We determine the threshold frequencies and threshold values of the parameter K, at which the analysis of electrosignals is the most reliable.

Keywords: ventricular late potentials, Simson's method, spectral analysis, phase spectrum, digital signal processing.

АНАЛИЗ ДАННЫХ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ НАЧАЛЬНОЙ ВЫСТАВКИ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С ЗАДАННОЙ ТОЧНОСТЬЮ ДЛЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Е.А. Шулюмов

Рассматриваются критерии, необходимые для выполнения автоматической начальной выставки инерциальной навигационной системы с помощью данных, полученных от спутниковой навигационной системы. Проведен анализ данных по результатам автоматической начальной выставки инерциальной навигационной системы беспилотного летательного аппарата.

Ключевые слова: спутниковая навигационная система, инерциальная навигационная система, автоматическая начальная выставка инерциальной навигационной системы.

ANALYSIS OF THE SATELLITE NAVIGATION SYSTEM DATA FOR ENSURING THE INITIAL INERTIAL NAVIGATION SYSTEM SELF-ALIGNMENT WITH THE SPECIFIED ACCURACY FOR UNMANNED AERIAL VEHICLES

E.A. Shulyumov

This paper discusses the criteria necessary to perform the initial self-alignment of an inertial navigation system (INS) using data received from a satellite navigation system. The data on the results of the initial INS self-alignment for an unmanned aerial vehicle was analyzed.

Keywords: satellite navigation system, inertial navigation system, initial INS self-alignment.

О ПОВЫШЕНИИ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ БЕСПРОВОДНЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ С ФМН-N-СИГНАЛАМИ В КАНАЛАХ СВЯЗИ С МЕЖСИМВОЛЬНЫМИ ИСКАЖЕНИЯМИ

И.М. Лернер, Р.Р. Файзуллин, С.Т. Яушев

На основе математического моделирования частотно-селективных каналов связи с межсимвольными искажениями получены адекватные оценки предельной удельной пропускной способности для беспроводных систем связи, построенных на новой теории разрешающего времени, в которых применяются многопозиционные фазоманипулированные сигналы. Сформулированы критерии для оптимизации формы амплитудно-частотной характеристики канала связи и конфигурации сигнальных созвездий. Полученные результаты подтверждают принципиальную возможность достижения удельной пропускной способности не менее 6 бит/с·Гц, в том числе и при высокой частотной избирательности канала связи. Сравнение полученных результатов с существующими системами связи позволяет говорить о выигрыше по пропускной способности при наличии сильных межсимвольных искажений не менее 40–50 %.

Ключевые слова: межсимвольные искажения, ФМн-п-сигналы, теория разрешающего времени, максимизация пропускной способности, окна прозрачности.

INCREASING CAPACITY OF WIRELESS COMMUNICATION SYSTEMS WITH PSK-N-SIGNALS IN THE COMMUNICATION CHANNELS WITH INTERSYMBOL INTERFERENCE

I.M. Lerner, R.R. Faizullin, and S.T. Yaushev

Based on the mathematical modeling of the frequency-selective communication channels with intersymbol interference, adequate estimates of the ultimate unity capacity for wireless communication systems with PSK-n-signals based on a new theory of resolution time are obtained. Criteria are formulated to optimize the shape of the amplitude-frequency responses of the communication channel and the configuration of signal constellations. The results obtained in the work confirm the fundamental possibility of achieving a unity capacity of at least 6 bit / s·Hz, including at high frequency selectivity of the communication channel. Comparison of the results with existing communication systems allows us to talk about a gain in capacity in the presence of ISI of at least 40–50 %.

Keywords: intersymbol interference, PSK-n signals, resolution time theory, capacity maximization, transparency windows.

ИМПЕДАНС ДЛИННОЙ ЛИНИИ С МИКРОРЕЛЬЕФНОЙ НЕОДНОРОДНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ С УЧЕТОМ СКИН-ЭФФЕКТА

Ю.К. Евдокимов, Л.Ю. Фадеева

Предлагается математическая модель длинной линии с распределенными параметрами с учетом двух факторов – неоднородной (шероховатой) поверхности проводника и скин-эффекта.

Ключевые слова: длинная линия, распределенные параметры, неоднородная поверхность, скин-эффект, фрактальная размерность.

IMPEDANCE OF A LONG LINE WITH A MICRO-RELIEF HETEROGENEOUS SURFACE TAKING INTO ACCOUNT THE SKIN EFFECT

Yu.K. Evdokimov and L.Yu. Fadeeva

In this paper, we present a mathematical model of a long line with distributed parameters taking into account two factors, namely, the inhomogeneous (rough) surface of the conductor and the skin effect.

Keywords: long line, distributed parameters, heterogeneous surface, skin-effect, fractal dimension.