

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ НАНОМОДИФИКАТОРОВ НА СВОЙСТВА ФОТООТВЕРЖДАЕМЫХ СВЯЗУЮЩИХ

А.Г. Блинова, К.А. Андрианова, Л.М. Амирова

Рассматривается влияние монтмориллонита на процесс полимеризации и свойства фотоотверждаемой смолы. Процесс ультрафиолетового отверждения композиций исследовали с помощью дифференциального сканирующего калориметра с фото-приставкой. Модуль упругости и температура стеклования наномодифицированных образцов определялись методом динамического механического анализа. Показано, что включение монтмориллонита в состав связующего не замедляет скорость реакции отверждения и не препятствует процессу отверждения под действием УФ-излучения. Введение монтмориллонита приводит к повышению модуля упругости и не оказывает влияния на температуру стеклования отвержденных УФ-составов.

Ключевые слова: УФ-отверждение, наномодификация, монтмориллонит, композиционные материалы, модуль упругости, температура стеклования, светопропускание.

STUDY OF A POSSIBLE APPLICATION OF UV-CURED RESINS IN TRANSFER MOLDING OF AIRCRAFT PARTS

A.G. Blinova, K.A. Andrianova, and L.M. Amirova

This paper discusses the effect of montmorillonite on the polymerization process and the properties of a UV-curing resin. The process of ultraviolet (UV) curing of the compositions was studied using a differential scanning calorimeter with a photo attachment. The elastic modulus and glass transition temperature of the nanomodified samples were determined by dynamic mechanical analysis. It has been shown that the inclusion of montmorillonite in the binder composition does not slow down the rate of the curing reaction and does not interfere with the curing process under the action of UV radiation. The introduction of montmorillonite leads to an increase in the elastic modulus and does not affect the glass transition temperature of the cured UV compositions.

Keywords: UV curing, nanomodification, montmorillonite, composite materials, modulus of elasticity, glass transition temperature, light transmission.

**ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ЛИТИЯ
НА КОРРОЗИОННО-ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ
СВИНЦОВОГО БАББИТА БЛ (PbSb15Sn10L)
В СРЕДЕ ЭЛЕКТРОЛИТА NaCl**

И.Н. Ганиев, Х.М. Ходжаназаров, Ф.К. Ходжаев

Приведены результаты коррозионно-электрохимического исследования влияния добавок лития как модификатора структуры свинцового баббита БЛ (Pb + 15 % Sb + 10 % Sn + 1 % L) на анодное поведение в среде электролита NaCl. Исследования проведены потенциостатическим способом в потенциодинамическом режиме со скоростью развертки потенциала 2 мВ / с.

Ключевые слова: свинцовый баббит БЛ (PbSb15Sn10L), потенциостатический метод, электрохимическое поведение, среда электролит NaCl, потенциал свободной коррозии, скорость коррозии.

**INFLUENCE OF LITHIUM ADDITIVES ON
CORROSION-ELECTROCHEMICAL BEHAVIOR
OF LEAD BABBIT BL (PbSb15Sn10L),
IN THE MEDIUM OF ELECTROLYTE NaCl**

I.N. Ganiev, Kh.M. Khojanazarov, and F.K. Khojaev

The article presents the results of a corrosion-electrochemical study of the effect of lithium additives as a modifier of the structure of lead babbitt BL (Pb + 15% Sb + 10% Sn+1%L) on the anodic behavior in the environment of the NaCl electrolyte. The studies were carried out potentiostatically in a potentiodynamic mode with a potential sweep rate of 2 mV/s.

Keywords: lead babbitt BL (PbSb15Sn10L), potentiostatic method, electrochemical behavior, NaCl electrolyte environment, free corrosion potential, corrosion rate.

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЮМОСИЛИКАТОВ В КАЧЕСТВЕ ВСПЕНИВАЮЩЕГОСЯ ЗАПОЛНИТЕЛЯ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЕЙ

А.М. Зайцева, К.А. Андрианова, Л.М. Амирова

Рассматривается возможность применения алюмосиликатных составов в качестве вспенивающегося заполнителя сэндвич-панелей. Исследованы основные факторы, влияющие на процесс вспенивания: вязкость, поверхностное натяжение композиций, а также время и температура процесса. Определены оптимальная температура и время сушки, вспенивания и отверждения для получения прочной и однородной структуры пены. Проведены испытания на прочность клеевого соединения полученных панелей.

Ключевые слова: геополимеры, алюмосиликаты, вспенивание, реологические свойства, поверхностное натяжение, сэндвич-панель.

STUDY OF THE POSSIBILITY OF USING ALUMINOSILICATES AS A FOAMING FILLER FOR SANDWICH PANELS

A.M. Zaytseva, K.A. Andrianova, and L.M. Amirova

The paper considers the possibility of using aluminosilicate binders as a foaming aggregate for sandwich panels. The main factors influencing the foaming process are investigated: viscosity, surface tension of the compositions, as well as the time and temperature of the process. The optimum foaming temperature and time have been determined to achieve a strong and homogeneous foam structure. Tests for the strength of the glued joint of the obtained panels were carried out.

Keywords: geopolymers, aluminosilicates, foaming, rheological properties, surface tension, sandwich panel

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ТРАНСФОРМАТОРНОМ МАСЛЕ СПЕКТРАЛЬНЫМ МЕТОДОМ

В.К. Козлов, О.Е. Куракина, А.Р. Гизатуллин, Р.А. Гиниатуллин

Представлен метод определения содержания ароматических углеводородов в трансформаторном масле на основе данных спектра пропускания в области 300–1000 нм. Построена корреляционная прямая, позволяющая с точностью 95 % определить концентрацию ароматических соединений в масле.

Ключевые слова: трансформаторное масло, ароматические углеводороды, спектроскопия.

DETERMINATION OF THE CONTENT OF AROMATIC HYDROCARBONS IN TRANSFORMER OIL BY THE SPECTRAL METHOD

V.K. Kozlov, O.E. Kurakina, A.R. Gizatullin, and R.A. Giniatullin

A method is presented for determining the content of aromatic hydrocarbons in transformer oil based on spectral data in the 300-1000 nm region. A correlation straight line has been constructed, which makes it possible to determine the concentration of aromatic compounds in oil with an accuracy of 95%.

Keywords: transformer oil, aromatic hydrocarbons, spectroscopy.

ПЕРИОДИЧНОСТЬ ТЕМПЕРАТУР ДЕБАЯ МЕТАЛЛОВ

Д.В. Косенков, В.В. Сагадеев

Представлена взаимосвязь периодичности температур Дебая металлов с потоками теплового излучения. Установлена периодичность поведения температур Дебая металлов в соответствии с положением в периодической системе.

Ключевые слова: металлы, периодическая система, порядковый номер элемента, тепловой поток, температура Дебая.

PERIODICITY DEBYE TEMPERATURE OF METALS

D.V. Kosenkov and V.V. Sagadeev

On the basis of the theory of dimensions, the relationship between the periodicity of the Debye temperatures of metals and integral hemispherical fluxes of thermal radiation was revealed. The periodicity of the Debye temperatures of metals is established in accordance with the position in the periodic system.

Keywords: metals, periodic system, element sequence number, heat transfer, Debye temperature.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ТЕПЛООБМЕНА – ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ – ДЛЯ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ПОЛИМЕРОВ

Р.Г. Рахматуллина, А.И. Гарайшин, А.Р. Маскова

Рассмотрена задача по определению важного показателя для теплообмена – теплопроводности – в образцах фторсодержащих полимеров. Для измерения теплопроводности представлен прибор ИТ-λ-400, в котором используется метод теплового потока. Определение теплопроводности проводится в широком диапазоне значений температур. Детально описывается конструкция прибора ИТ-λ-400, перечислены требования к образцам и объясняются особенности методики измерений. Проводится анализ результатов измерений образцов фторсодержащих полимеров. Погрешность определения теплопроводности на приборе ИТ-λ-400 не превышает 10 %.

Ключевые слова: блок питания, измерительный блок, измерительная ячейка, степень кристалличности, теплопроводность, фторсодержащие полимеры.

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE HEAT TRANSFER INDICATOR – THERMAL CONDUCTIVITY FOR FLUORINE-CONTAINING POLYMERS

R.G. Rakhmatullina, A.I. Garayshin, and A.R. Maskova

The problem of determining an important indicator for heat transfer - thermal conductivity in samples of fluorine-containing polymers is considered. To measure thermal conductivity, the IT-λ-400 device is presented, which uses the heat flow method. The determination of thermal conductivity is carried out in a wide range of temperatures. The design of the IT-λ-400 device is described in detail, the requirements for samples are listed, and the features of the measurement technique are explained. The results of measurements of samples of fluorine-containing polymers are analyzed. The error in determining the thermal conductivity on the IT-λ-400 device does not exceed 10%.

Keywords: power supply, measuring unit, measuring cell, degree of crystallinity, thermal conductivity, fluorine-containing polymers.

**ФАЗОВОЕ ПОВЕДЕНИЕ БИНАРНЫХ СИСТЕМ,
ВКЛЮЧАЮЩИХ ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ
МОЛИБДЕНСОДЕРЖАЩЕГО ВОДНОГО СТОКА
ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ»
И ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ ЭКСТРАГЕНТ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ
В СВЕРХКРИТИЧЕСКОМ ФЛЮИДНОМ СОСТОЯНИИ**

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

Проведено исследование фазового состояния термодинамической системы «СО₂-ацетофенон» в околокритической области состояния с использованием оптической ячейки высокого давления. Зафиксированы состояния различной фазности, включая область критической опалесценции.

Ключевые слова: молибденсодержащий водный сток, сверхкритическая флюидная экстракция, фазовое поведение, система «СО₂-ацетофенон».

**PHASE BEHAVIOR OF BINARY SYSTEMS INCLUDING
THE MAIN COMPONENTS OF MOLYBDENUM-CONTAINING WATER
FLOW OF NIZHNEKAMSKNEFTEKHIM PJSC
AND A POTENTIAL EXTRAGENT
USED IN THE SUPERCRITICAL FLUID STATE**

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

A study of the phase state of the CO₂-acetophenone thermodynamic system in the near-critical region of the state was carried out using a high-pressure optical cell. The states of different phases were fixed, including the area of critical opalescence.

Keywords: molybdenum-containing water runoff, supercritical fluid extraction, phase behavior, system "CO₂-acetophenone".

**ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ
НА ФОРМИРОВАНИЕ ЕДИНИЧНЫХ ВАЛИКОВ
В ПРОЦЕССЕ ПРЯМОГО ЛАЗЕРНОГО НАНЕСЕНИЯ
ВЫСОКОПРОЧНОГО НИКЕЛЕВОГО СПЛАВА ВВ751П**

**И.В. Шварц, А.А. Терентьев, В.В. Морозов, К.Ю. Нагулин, А.И. Горунов,
А.Х. Гильмутдинов**

Результаты данной работы демонстрируют сравнительный анализ геометрических характеристик и твердости единичных валиков, полученных в процессе прямого лазерного нанесения сплава ВВ751П с ультразвуковым воздействием и без него.

Ключевые слова: прямое лазерное нанесение материала, ультразвуковые колебания, ВВ751П.

**THE EFFECTS OF ULTRASOUND VIBRATIONS
ON THE FORMATION OF THE SINGLE BEADS DURING
DIRECT METAL DEPOSITION PROCESS
OF HIGH-STRENGTH NICKEL BASED ALLOY VV751P**

**I.V. Shvarts, A.A. Terent'ev, V.V. Morozov, K.Yu. Nagulin, A.I. Gorunov,
and A.Kh. Gil'mutdinov**

The results of this work demonstrate the comparative analysis of the geometric characteristics and hardness of single beads obtained by direct metal deposition process of the high-strength nickel-based alloy VV751P with and without ultrasonic vibration.

Keywords: direct metal deposition, ultrasound vibrations, VV751P.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВОЧНОГО РАСЧЕТА КАМЕРЫ СГОРАНИЯ РАДИАЛЬНО-КОЛЬЦЕВОГО ТИПА ДЛЯ МАЛОРАЗМЕРНОГО ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ

А.В. Бакланов, Д.С. Краснов

Представлена методика расчета камеры сгорания радиально-кольцевого типа для малоразмерного газотурбинного двигателя, позволяющая определить конструктивный облик камеры сгорания. Проведены расчеты внутрикамерных процессов с применением сертифицированного программного комплекса «КАМЕРА» в 1D-постановке. Описаны принципы и особенности расчета, основанные на теории турбулентного горения.

Ключевые слова: камера сгорания, радиально-кольцевой тип, малоразмерный газотурбинный двигатель, моделирование, процессы горения, теория турбулентного горения

FEATURES OF DESIGN CALCULATION OF RADIAL-ANNULAR COMBUSTION CHAMBER FOR A SMALL-SIZED GAS TURBINE ENGINE

A.V. Baklanov and D.S. Krasnov

A method for calculating a radial-annular combustion chamber for a small-sized gas turbine engine which allows to determine the design of the combustion chamber is presented. The calculations of the processes inside the chamber were carried out using the certified software "KAMERA" in 1D setting. Principles and calculation features based on the turbulent combustion theory are described.

Keywords: combustion chamber, radial-annular type, small size gas turbine engine, modeling, combustion processes, turbulent combustion theory.

ЛАЗЕРНАЯ СВАРКА ОБРАЗЦОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДАМИ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

А.И. Горунов, О.А. Нюхляев, О.В. Кудимов, А.Х. Гильмутдинов

Результаты данной работы демонстрируют на примере конкретного изделия возможности лазерной сварки изделий, полученных различными методами аддитивного производства. Показано, что образцы, полученные методами аддитивного производства, хорошо свариваются с изделиями, полученными традиционными методами производства.

Ключевые слова: прямое лазерное осаждение материала, DED, DMLS, селективное лазерное плавление, лазерная сварка.

LASER WELDING OF SPECIMENS PRODUCED BY ADDITIVE MANUFACTURING METHODS

A.I. Gorunov, O. A. Nyukhlaev, O.V. Kudimov, and A.Kh. Gil'mutdinov

The results of this work demonstrate, using the example of a specific product, the possibilities of laser welding of products obtained by various methods of additive manufacturing. At the same time, it was shown that samples obtained by additive manufacturing methods are well welded with products obtained by traditional manufacturing methods.

Keywords: direct laser material deposition, DED, DMLS, selective laser melting, laser welding.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ СВАРНЫХ ШВОВ В ПРОЦЕССЕ ЛАЗЕРНО-АКУСТИЧЕСКОЙ СВАРКИ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ

А.И. Горунов, О.А. Ньюхляев, А.Х. Гильмутдинов

Продемонстрирована технология лазерно-акустической сварки образцов из нержавеющей стали 12Х18Н10Т и сплава 17-4 PH. Представлены результаты исследования микроструктуры и твердости. Показано, что ультразвуковые колебания приводят к измельчению ферритных пластин.

Ключевые слова: лазерная сварка, ультразвуковые колебания, 12Х18Н10Т, 17-4 PH.

FEATURES OF THE FORMATION OF THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF WELDS OBTAINED BY LASER-ACOUSTIC WELDING OF STAINLESS STEELS

A.I. Gorunov, O.A. Nyukhlaev, and A.Kh. Gil'mutdinov

This paper demonstrates the technology of welding specimens from 12Kh18N10T stainless steel and 17-4 PH alloy. The results of the study of microstructure and hardness are presented. It is shown that ultrasonic vibrations lead to grinding of ferrite plates.

Keywords: laser welding, ultrasonic vibrations, 12X18H10T, 17-4 PH.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОРПУСА РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ СВАРКОЙ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ

И.В. Гузь, А.Г. Магдин, А.Д. Припадчев, А.А. Горбунов

Рассмотрено изготовление корпуса ракетного двигателя на твердом топливе сваркой трением с перемешиванием из листа алюминия марки АМг-6. Проведен анализ и выбор инструментов для сварки различных элементов конструкции, описан технический процесс изготовления корпуса ракетного двигателя на твердом топливе. Описана схема работы листогибочной машины. Разработана и спроектирована технологическая оснастка.

Ключевые слова: корпус ракетного двигателя твердого топлива, сварка, инструмент, технологическая оснастка.

MANUFACTURING OF A ROCKET ENGINE HOUSING BY FRICTION STIR WELDING

I.V. Guz', A.G. Magdin, A.D. Pripadchev, and A.A. Gorbunov

In this paper, the manufacture of a solid-propellant rocket engine body by friction stir welding from a sheet of AMg-6 aluminum is considered, an analysis and selection of tools for welding various structural elements is carried out, the technical process of manufacturing a solid propellant rocket engine body is described, a sheet bending machine is selected and its operation scheme is described. Technological equipment has been developed and designed.

Keywords: solid propellant rocket engine body, welding, tool, technological equipment.

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТЬЮ
ПРОМЫШЛЕННО-ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПО ПРОИЗВОДСТВУ
СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ (НА ОСНОВЕ ОПЫТА ИЗГОТОВЛЕНИЯ
И ЭКСПЛУАТАЦИИ МИКРОСПУТНИКА «ЧИБИС»)**

С.А. Лизунов, А.И. Маслов, А.А. Лизунов

Цели и задачи – поиск способа удешевления стоимости разработки, изготовления, эксплуатации системы электропитания (СЭП) МС, а также поиск компромисса между уменьшением массогабаритных показателей бортовых служебных систем и полезной нагрузки с сохранением высокого уровня требований к параметрам космической техники.

Ключевые слова: система электропитания, промышленно-технический комплекс, производственная мощность, способ, фактор, отказоустойчивость, новизна, практическая полезность, мини, микро и наноспутники.

**RECOMMENDATIONS ON OPTIMIZATION OF PRODUCTION
CAPACITY CONTROL IN THE TECHNICAL INDUSTRIAL COMPLEX
FOR POWER SUPPLY SYSTEMS MANUFACTURE (BASED UPON
EXPERIENCE OF CHIBIS SATELLITE MANUFACTURE AND OPERATION)**

S.A. Lizunov, A.I. Maslov, and A.A. Lizunov

Purpose and objectives are to cheapen the development, manufacture, and operation of a micro satellite power supply system (MS PSS), as well as to search for the trade-off between reduction of weight and dimensions of on-board systems (OBS) and a payload (PL) along with maintaining high requirements to the space equipment parameters.

Keywords: power supply system, technical industrial complex, production capacity, method, factor, fault tolerance, innovative nature, practical utility, mini- macro- and nano-satellites.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ КОРРОЗИИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ АУСТЕНИТНЫХ СТАЛЕЙ

Ф.И. Муратаев, А.В. Евлампьев, А.Ф. Муратаев

Определены причины и условия зарождения трещин в металле и различных участках сварных соединений. Установлены виды очагов зарождения трещин, их расположение и геометрические особенности в зависимости от направления миграции границ дендритов сварных швов относительно фронта поверхности коррозии. Выявлены дефекты сварных соединений и структуры металла, послужившие очагами и причиной интенсивного развития нескольких разновидностей электрохимической коррозии. Определен характер зарождения и особенности развития вариантов коррозионных трещин различных участков сварных соединений в зависимости от вида вторичных фаз и загрязненности металла сварных швов.

Ключевые слова: сварные соединения аустенитных сталей, дефекты состава и сварки, механизмы и характер развития электрохимической коррозии участков сварного шва.

REGULARITIES OF ELECTROCHEMICAL CORROSION OF WELDED JOINTS OF AUSTENITIC STEELS

F.I. Murataev, A.V. Evlampiev, and A.F. Murataev

The causes and conditions of the origin of cracks in the metal and various sections of welded joints (WJ) are determined. The types of crack nucleation foci, their location and geometric features are determined, depending on the direction of migration of the boundaries of the weld dendrites relative to the front of the corrosion surface. Defects of welded joints and metal structures have been identified, which served as foci and cause of the intensive development of several types of electrochemical corrosion. The nature of the origin and features of the development of variants of corrosion cracks of various sections of the WJ, depending on the type of secondary phases and contamination of the metal of the welds, are determined.

Keywords: welded joints of austenitic steels, defects in composition and welding, mechanisms and nature of development of electrochemical corrosion of weld sites.

УДК 533.6.015; 629.7.016; 629.73

ОТРАБОТКА АППАРАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК САМОЛЕТА

В.М. Деваев, М.А.Х. Хамза, Д.С. Сафиуллин

Рассмотрена отработка алгоритмов управления и программного обеспечения системы управления сельскохозяйственного самолета на опционно-пилотируемом самолете. Разработаны алгоритмы и схемы автопилота, созданы математическая модель самолета и математическая модель автопилота, реализованные в пакете MATLAB/Simulink. Результаты моделирования продемонстрировали возможность удовлетворения требований технического задания. В дальнейшем было проведено комбинированное моделирование, в котором модель динамики самолета имитировалась в пакете MATLAB/Simulink, а алгоритмы работы автопилота были реализованы в специально разработанном микроконтроллере с интерфейсами для взаимодействия с датчиками и исполнительными устройствами.

Ключевые слова: аэродинамические характеристики, автопилот, навигация.

HARDWARE DEVELOPMENT OF THE SYSTEM FOR DETERMINING THE AERODYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE AIRCRAFT

V.M. Devaev, Hamzah Mazin Abdulaali Hamzah, and D.S. Safiullin

The article considers the development of control algorithms and software for the control system of an agricultural aircraft on an optionally piloted aircraft. Algorithms and schemes of the autopilot have been developed, a mathematical model of the aircraft and a mathematical model of the autopilot have been created, implemented in the MATLAB/Simulink package. The simulation results demonstrated the possibility of meeting the requirements of the technical task. Subsequently, a combined simulation was carried out, in which the aircraft dynamics model was simulated in the MATLAB/Simulink package, and the autopilot operation algorithms were implemented in a specially designed microcontroller with interfaces for interacting with sensors and actuators.

Keywords: aerodynamic characteristics, autopilot, navigation.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ШУМА ДЛЯ СИСТЕМ ДИАГНОСТИКИ ВОДОРОДНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Е.С. Денисов

Предлагается оригинальная методика уменьшения влияния электромагнитных наводок. Предложенная методика позволяет увеличить точность измерения среднеквадратического напряжения электрических флуктуаций в диапазоне частот 0,1...1 кГц более чем на 40 %, что делает возможным использование высокочастотных составляющих электрических флуктуаций для контроля технического состояния водородных топливных элементов. Предложенный метод может найти применение в перспективных системах диагностики и управления рабочими режимами водородных топливных элементов с твердым полимерным электролитом.

Ключевые слова: водородный топливный элемент, твердый полимерный электролит, флуктуации, диагностика, электромагнитные наводки.

INCREASING THE ACCURACY OF ELECTRIC NOISE PARAMETERS ESTIMATION FOR DIAGNOSTIC SYSTEMS OF HYDROGEN FUEL CELLS

E.S. Denisov

The paper proposes an original technique for reducing the influence of electromagnetic interference. The proposed technique makes it possible to increase the accuracy of measuring the rms voltage of electrical fluctuations in the frequency range of 0.1-1 kHz by more than 40%, which makes it possible to use high-frequency components of electrical fluctuations to monitor the technical state of hydrogen fuel cells. The proposed method can find application in advanced systems for diagnostics and control of operating modes of hydrogen proton exchange membrane fuel cells.

Keywords: hydrogen fuel cell, proton exchange membrane, fluctuation, diagnostics, electromagnetic interference.

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ИМПЕДАНСА ВОДОРОДНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ШИРОКОПОЛОСНЫХ ЗОНДИРУЮЩИХ СИГНАЛОВ

Е.С. Денисов

Предложена методика измерения частотной характеристики импеданса на основе широкополосных зондирующих сигналов, позволяющая сократить время измерений. На модельной электрохимической системе показана достижимость достаточной точности измерения импеданса в частотном диапазоне 0,2...200 Гц для реализации систем мониторинга, технического контроля и диагностики. Предложена структура системы измерения импеданса водородного топливного элемента с твердым полимерным электролитом.

Ключевые слова: водородный топливный элемент, твердый полимерный электролит, электрохимический импеданс, широкополосные сигналы, уменьшение времени измерения.

SYSTEM FOR HYDROGEN FUEL CELLS ELECTROCHEMICAL IMPEDANCE MEASUREMENT BASED ON BROADBAND PROBING SIGNALS

E.S. Denisov

The paper proposes a method for measuring the electrochemical impedance based on broadband probing signals, which makes it possible to reduce the time of measurement. On a model electrochemical system, the sufficient accuracy of impedance measurement in the frequency range of 0.2-200 Hz for the implementation of monitoring systems, technical control and diagnostics is shown. The typical structure of a system for measuring the electrochemical impedance of a proton exchange membrane fuel cell is proposed.

Keywords: hydrogen fuel cell, proton exchange membrane, electrochemical impedance, broadband signals, measurement time decreasing.

МОДЕЛИ И РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОГРЕШНОСТЕЙ ДАТЧИКА УГЛА АТАКИ И ВОЗДУШНОЙ СКОРОСТИ НА ОСНОВЕ ВИХРЕВОГО МЕТОДА

Е.С. Ефремова, К.В. Солдаткина

Приведены математические модели и проведен расчет характеристик и инструментальных погрешностей измерительных каналов датчика угла атаки и истинной воздушной скорости на основе вихревого метода.

Ключевые слова: угол атаки, воздушная скорость, датчик, характеристики, погрешности, модели, расчет.

MODELS AND CALCULATION OF CHARACTERISTICS AND ERRORS OF THE INCIDENCE ANGLE AND AIRSPEED SENSOR BASED ON THE VORTEX METHOD

E.S. Efremova and K.V. Soldatkina

Mathematical models are presented and calculation of characteristics and instrumental errors of instrumentation channels of the incidence angle and true airspeed sensor based on the vortex method is carried out.

Keywords: incidence angle, airspeed, sensor, specifications, error, models, calculation.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ПОСТОЯННОЙ ТЕПЛОВОЙ ИНЕРЦИИ ТЕРМОРЕЗИСТИВНОГО ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ

Е.С. Ефремова, В.С. Солдаткин

Построены математические модели и проведены расчеты постоянной тепловой инерции терморезистивного датчика температуры при контроле неподвижной и движущейся среды.

Ключевые слова: тепловая инерция, постоянная, датчик температуры, терморезистивный, контроль, среда, неподвижная, движущаяся.

MATHEMATICAL MODELING AND CALCULATION OF THE CONSTANT THERMAL INERTIA OF A THERMORESISTIVE TEMPERATURE SENSOR

E.S. Efremova and V.S. Soldatkina

Mathematical models are constructed and calculations of the constant thermal inertia of a thermoresistive temperature sensor are carried out when monitoring a stationary and moving medium.

Keywords: thermal inertia, constant, temperature sensor, thermoresistive, control, environment, fixed, moving.