

МЕТОД РАСЧЁТА АКТИВНОГО И ИНДУКТИВНОГО СОПРОТИВЛЕНИЙ ТРУБОК ЭЛЕКТРОДОДЕРЖАТЕЛЯ РУДНОТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕЧИ

А.И. Алиферов, Р.А. Бикеев, Л.П. Горева

Предложена методика расчета активного и индуктивного сопротивлений трубок электрододержателя руднотермической печи (РТП). Этот участок заслуживает особого внимания вследствие сложной пространственной конфигурации проводников, значительной доли его сопротивления в полном сопротивлении вторичного токоподвода, так как на этом участке по пучкам трубок протекают токи одной полуфазы и компенсация магнитного потока отсутствует.

Предлагается рассматривать изогнутые проводники как ломаные линии и применить методы, развитые до практического применения авторами и основанные на расчете собственной индуктивности и взаимной индуктивности двух прямолинейных проводников, произвольно расположенных в пространстве. При этом неравномерность распределения тока по отдельным трубкам учитывается итерационным расчетом.

При расчете активного сопротивления учитывается поверхностный эффект и эффект близости между участками проводников. Методика была использована для создания программного продукта для расчета электрических параметров вторичного токоподвода РТП. Апробация методики была проведена при проектировании РТП мощностью 60 МВА ЗАО «Электротерм» (Россия, Новосибирск). Полученные результаты были проверены на численных 3D моделях, разработанных в среде ANSYS.

Ключевые слова: руднотермическая печь, вторичный токоподвод, трубки электрододержателя, активное и индуктивное сопротивление

A METHOD FOR CALCULATING PURE RESISTANCE AND INDUCTANCE OF ELECTRODE HOLDER TUBES IN ORE-THERMAL FURNACES

A.I. Aliferov, R.A. Bikeev, L.P. Goreva

The article is dedicated to a method for calculating the pure resistance and inductance of electrode holder tubes in ore-thermal furnaces. This section requires particular attention due to a sophisticated spatial configuration of the conductors, and significant proportion of its resistance within the total resistances of the secondary current leads. This results from the fact that in this section the tube clusters contain single phase currents, where compensation of the magnetic flux is not found.

The authors propose to consider the curved conductors as polygonal chains and apply the methodology developed for practical application based on the calculations of self-inductance and the mutual inductance of two arbitrarily situated rectilinear conductors. Irregularity of the current distribution across the tubes is taken into consideration in the process of iterative calculation.

The calculation of pure resistance takes into consideration the skin effect and the proximity effect between the sections of conductors. The given method was used to create the software needed in calculation of electric parameters of the secondary current lead of the ore-thermal furnace. This method was tested when designing the 60 MVA capacity ore-thermal furnace by ZAO Elektroterm (Russia, Novosibirsk). The results were verified for the numerical 3D models developed with the ANSYS software.

Keywords: ore-thermal furnace, secondary current lead, electrode holder tubes, pure resistance, inductance

ВЛИЯНИЕ ИОННОГО ЛЕГИРОВАНИЯ НА АВТОЭМИССИОННЫЕ СВОЙСТВА АЛМАЗОГРАФИТОВЫХ ПЛЕНОЧНЫХ СТРУКТУР

Р.К. Яфаров, С.Ю. Суздальцев, В.Я. Шаныгин

Изучены закономерности изменения морфологических и автоэмиссионных характеристик нанокompозитных алмазографитовых пленочных структур, полученных в микроволновой плазме паров этанола, в зависимости от дозы облучения ионами азота с энергией 20 кэВ. Установлено, что при малых дозах облучения морфологические параметры алмазографитовых структур практически не отличаются от параметров необлученных образцов, тогда как автоэмиссионные свойства претерпевают существенные изменения, причем повышение максимальных плотностей автоэмиссионных токов достигается при повышении порогов возбуждения автоэмиссии. Обнаружены оптимальные дозы ионной имплантации азота, при которых максимальные плотности автоэмиссионных токов возрастают по сравнению с необлученными структурами более, чем в 5 раз и достигают 78,6 мА/см². Исследованы закономерности изменения фазового состава, рассмотрены возможные механизмы, ответственные за модификацию поверхностных и приповерхностных свойств алмазографитовых структур в зависимости от дозы ионного облучения.

Ключевые слова: алмазографитовый нанокompозит, автоэмиссия, имплантация, морфология, фазовый состав

EFFECT OF ION IMPLANTATION DOPING ON FIELD-EMISSION PROPERTIES OF DIAMOND AND RELATED CARBON FILMS

R.K. Yafarov, S.Yu. Suzdaltsev, V.Ya. Shanygin

The article studies the patterns in the change of morphological and field emission characteristics of diamond like carbon nanocomposite films received in the microwave plasma of ethanol vapors depending on the dose of radiation by nitrogen ions at 20 keV. It is established that at small radiation doses the morphological parameters the diamond-like carbon structures are practically similar to the parameters of non-exposed samples. Meanwhile, the field emission properties undergo significant changes, and the increase in the maximum density of field emission currents is achieved under the increase in the excitation thresholds of the field emission. We found the optimum doses of ionic implantation of nitrogen, where the maximum density of field emission currents increases compared with nonexposed structures by more than 5 times and is up to 78,6 mA/cm². The conducted analysis refers the regularities in the changes of phase structure, the potential mechanisms responsible for modification of superficial and near-surface properties of diamond like carbon structures depending on the dose of ionic radiation.

Keywords: diamond like carbon nanocomposites, field emission, implantation, morphology, phase structure

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОУГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА МЕТОДОМ PECVD ДЛЯ АВТОЭЛЕКТРОННОЙ ЭМИССИИ

А.А. Дмитриев, С.Ю. Суздальцев, Д.В. Нефедов

Приведены технологические параметры для синтеза наноуглеродного материала с развитой морфологией поверхности. Проведено исследование одной из полученных пленок методом рамановской спектроскопии.

Ключевые слова: наноуглеродный материал, графен, PECVD, рамановская спектроскопия

USING THE PECVD METHOD TO SYNTHESIZE NANOCARBON MATERIALS FOR AUTOELECTRONIC EMISSION

A.A. Dmitriev, S.Yu. Suzdaltsev, D.V. Nefedov

The article presents the technological properties required in the synthesis of nanocarbon materials characterized for the developed surface morphology. A research has been made into one of obtained films using the Raman spectroscopy method.

Keywords: nanocarbon materials, graphene, PECVD, Raman spectroscopy

БАРАБАННЫЕ СВЧ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

В.О. Юдина, Ю.С. Архангельский

Приведены варианты компоновки барабанных СВЧ электротермических установок. Определены области их применения, достоинства и недостатки. Рассмотрены вопросы проектирования таких установок.

Ключевые слова: барабанные СВЧ электротермические установки, компоновка, барабан, транспортная система, электропривод, применение, расчет

DRUM MICROWAVE ELECTROTHERMAL UNITS

V.O. Yudina, Yu.S. Arkhangelskiy

The article provides the versions for packaging microwave-powered electric drum heaters, and determines the areas for their application, advantages and disadvantages. The authors consider the issues relating design characteristics of the given units.

Keywords: drum microwave electrothermal installations, assembly, drum, transport system, electric drive, application, calculation

КАМЕРА С БЕГУЩИМИ ВОЛНАМИ НА ВОЛНОВОДЕ, СВЕРНУТОМ В КОЛЬЦО

Д.Б. Сивяков

Предлагается камера с бегущими волнами на волноводе, свернутом в кольцо. В камерах такого типа сочетаются преимущества камер с бегущей волной (большая протяженность линии и простая организация конвейерной обработки материала) и камер со стоячей волной (высокая напряженность электромагнитного поля, возможность обработки диэлектрических изделий разной формы с различными электрофизическими параметрами). Проведено математическое моделирование методом эквивалентной длинной линии процессов в камере для случая двух генераторов, возбуждающих камеру на расстоянии друг от друга в четверть длины волны. В камере от каждого генератора возбуждаются две распространяющиеся навстречу друг другу бегущие волны. Исследованы переходные процессы при прерывистом и непрерывном возбуждении, изменение действующего напряжения вдоль камеры, влияние потерь на амплитуду установившегося напряжения. Показано, что в этом случае в камере действующее значение напряжения вдоль камеры практически постоянно.

Ключевые слова: камера с бегущими волнами на волноводе, свернутом в кольцо, математическое моделирование, метод эквивалентной длинной линии, возбуждение двумя генераторами, переходные процессы, действующее напряжение

A FOLDED WAVEGUIDE TRAVELLING WAVE TUBE

D.B. Sivyakov

The article presents the folded waveguide travelling wave tube. This type of tubes combine the advantages of the travelling wave tubes (including long range of the line and simple arrangement of pipelined processing) and standing wave tubes (including high intensity of the electromagnetic field, and possibility for processing of the dielectric products of various shapes and various physical parameters). The mathematical modeling was conducted using the method of equivalent long line of processes in the tube containing two generators producing excitation within the tube at a distance of $\frac{1}{4}$ of the wave length. Each generator is used for the excitation of two travelling waves propagating towards each other. A research is made into the transient processes under the intermittent or constant propagation, the changes in the voltage acting along the tube, and the impact of losses on the amplitude of the steady-state voltage. It is shown that in this case, the effective value of voltage acting along the tube is basically constant.

Keywords: a folded waveguide travelling wave tube, mathematical simulation, the method of the equivalent long line, excitation using two generators, transient processes, effective voltage

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА COMSOL MULTIPHYSICS

С.Г. Калганова, Ю.С. Архангельский, С.В. Тригорлый, В.В. Захаров

Рассмотрено применение программного пакета COMSOL Multiphysics для моделирования электротехнологических процессов. Приведен обзор математических моделей индукционного нагрева, СВЧ термообработки, электроплазменного нагрева. Показаны возможности моделирования связанных физических процессов.

Ключевые слова: математическое моделирование, электротехнология, индукционный и СВЧ нагрев, плазма, уравнение теплопроводности, температурное поле, уравнения Максвелла

NUMERICAL MODELING OF ELECTROTECHNOLOGICAL PROCESSES USING THE COMSOL MULTIPHYSICS SOFTWARE PACKAGE

S.G. Kalganova, Yu.S. Arkhangelskiy, S.V. Trigorly, V.V. Zakharov

The article considers creating simulations of electrotechnological processes with the COMSOL Multiphysics software platform. The authors present a survey of mathematical models for induction heating, microwave heat treatment, laser heating, and electroplasma heating, and show the possibilities for modeling coupled physical processes.

Keywords: mathematical modeling, COMSOL Multiphysics, electrotechnology, induction and microwave heating, plasma, laser heating, heat equation, temperature field, Maxwell equations

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ПЕНОСТЕКЛА СВЧ ЭНЕРГИЕЙ

В.С. Докучаев, В.Ю. Кожевников

Рассмотрены особенности получения пеностекла с помощью СВЧ электромагнитного поля и технико-экономические аспекты реализации данного технологического процесса.

Ключевые слова: пеностекло, нагрев, СВЧ излучение

ELECTROTECHNOLOGY FOR INTENSIFICATION OF FOAM GLASS FABRICATION USING THE MICROWAVE ENERGY

V.S. Dokuchaev, V.Yu. Kozhevnikov

The article presents the specific features of fabricating the foamed glass with using the microwave electromagnetic field, including the technical and economic aspects of the given process.

Keywords: foamed glass, heat, microwave radiation

КОНЦЕПЦИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ПОДЗЕМНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ

А.А. Анашкин, Г.Г. Угаров

Рассмотрена концепция энергосбережения в области электрохимической защиты подземных сооружений, ориентированная на структуру локального контура автоматического управления противокоррозионными техническими средствами в границах защитной зоны одной катодной станции. Концепция базируется на периодически повторяемом определении оптимальных с позиций энергетической эффективности параметров противокоррозионной защиты для конкретного защищаемого участка подземного сооружения. Изложен алгоритм автоматического определения рабочего значения потенциала и допустимого диапазона его регулирования путём построения кривых Тафеля применительно к особенностям конкретного участка защищаемого сооружения и условиям его эксплуатации. Рассмотрена функциональная связь между защитным потенциалом подземного сооружения и потребляемой мощностью катодной станции. Приведены примеры количественной оценки энергетической эффективности рассматриваемой концепции энергосбережения.

Ключевые слова: подземное металлическое сооружение, средства электрохимической защиты, станция для катодной защиты, защитный потенциал, защитный ток, выходной ток катодной станции, потребляемая мощность, выходная мощность, уравнение Тафеля, кривая Тафеля, градиент потенциала по логарифму тока, диапазон регулирования защитного потенциала

THE CONCEPT OF ENERGY CONSERVATION IN THE FIELD OF ELECTROCHEMICAL PROTECTION OF UNDERGROUND METAL PIPELINES

A.A. Anashkin, G.G. Ugarov

The article considers the concept of energy saving in the field of electrochemical protection of underground structures. The work focuses on the structure of the local loop to automatic control of anticorrosive technical means within the protective zone of a single cathode station. The concept is based on the circulating determination of optimum anti-corrosion protection parameters for a particular protected section of an underground structure in terms of energy efficiency. The authors describe an algorithm to automatically determine the working value of the potential or permissible range of its regulation by constructing the Tafel curves with reference to the features of a particular section in the protected structure and its operation conditions. The functional relationship between the protective potential of an underground structure and power consumption at a cathode station is considered. The provided examples refer the quantitative assessment of energy efficiency of the given energy saving concept.

Keywords: underground metal structure, electrochemical protection means, station for cathode protection; protective potential, protective current, cathode output current, power consumption, output power, Tafel equation, Tafel curve, logarithmic potential gradient, protective potential control range

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ РЕГУЛИРУЕМОГО ИСТОЧНИКА ДЛЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ПИТАНИЯ АНОДНЫХ ЦЕПЕЙ ГРУППЫ ПАКЕТИРОВАННЫХ МАГНЕТРОНОВ

И.И. Артюхов, Е.С. Гордеев, А.И. Земцов

В электротехнологических установках с распределённой подачей СВЧ энергии, например установках методического типа, в качестве генераторов излучения используются промышленные магнетроны пакетированного типа. Создание регулируемого источника питания группы таких магнетронов является нетривиальной задачей ввиду технологического разброса параметров магнетронов и необходимости подстройки под общий режим работы каждого магнетрона в группе. Основные принципы построения такого источника рассматриваются в статье.

Ключевые слова: магнетрон, источник питания, регулирование мощности

SPECIFIC DESIGN CHARACTERISTICS OF CONTROLLED SOURCE TO THE CENTRALIZED POWER SUPPLY OF ANODIC CIRCUITS IN PACKAGED MAGNETRONS

I.I. Artyukhov, E.S. Gordeev, A.I. Zemtsov

Packaged magnetrons are often used as microwave radiation sources in industrial electric appliances with dispensed supply of microwave energy, such as microwave conveyer dryers. Development of a regulated power supply for a group of these generators is a sophisticated problem caused by variation of the magnetron parameters and necessity for adjustment to the general operation mode of each magnetron in the group. The article considers the basic structural principles of these radiation sources.

Keywords: magnetron, power-supply system, power control

ОПЕРАТИВНО ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ СЕТИ НА БАЗЕ ИНВЕРТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ

Ю.М. Голембиовский, А.А. Костерев

С использованием тензорной методологии получена математическая модель многомостовой оперативно перестраиваемой преобразовательной сети, построенной на базе автономных трехфазных инверторов напряжения для режима прерывистого рекуперативного тока. Приведены результаты исследования электромагнитных процессов в сети при изменении режимов работы ее модулей. Установлено, что сеть устойчиво функционирует даже при мгновенной перестройке ее структуры.

Ключевые слова: инвертор напряжения, преобразовательная сеть, математическая модель, динамические процессы

RECONFIGURABLE CONVERTERS BASED ON VOLTAGE INVERTERS

Yu.M. Golembiovskiy, A.A. Kosterev

Using the tensor methodology, the authors developed a mathematical model of a multi-bridge, operationally reconfigurable converter based on the autonomous three-phase voltage inverter for the intermittent regenerative current mode. The investigation results refer electromagnetic processes in the network under the changes in the operating modes of its modules. It is established that the network remains stable even with instantaneous reconfiguration of its structure.

Keywords: voltage inverter, converter network, mathematical model, dynamic processes

МЕХАНИЗМ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ПРОТЕКАНИЯ ГЕОИНДУЦИРОВАННЫХ ТОКОВ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

В.В. Вахнина, О.В. Самолина

Геомангнитные бури являются причиной тяжелых аварий, функциональных нарушений и ускоренного накопления дефектов и старения электрооборудования систем электроснабжения. В статье рассмотрен механизм возникновения геоиндуцированных токов в системах электроснабжения при геомагнитных бурях. Воздействие геоиндуцированных токов на силовые трансформаторы и автотрансформаторы заключается в насыщении магнитной системы, возрастании токов намагничивания и смещении рабочего линейного режима работы в нелинейную часть гистерезиса. Путем компьютерного моделирования установлено, что максимальные значения токов намагничивания в присутствии геоиндуцированного тока многократно превосходят паспортное значение тока холостого хода однофазного силового автотрансформатора АОДЦТН 267000/500/220.

Ключевые слова: геомагнитные бури, геоиндуцированный ток, система электроснабжения, силовой автотрансформатор

SOURCES AND FLOW PATTERNS OF GEOINDUCED CURRENTS IN ELECTRICAL SUPPLY SYSTEMS

V.V. Vakhnina, O.V. Samolina

Geomagnetic storms cause severe accidents, functional disruptions, accelerated accumulation of defects, and aging of electrical equipment in power supply systems. The article deals with a pattern of geinduced currents in power supply systems under geomagnetic storms. The effect of geinduced currents on power transformers and autotransformers results in saturation of the magnetic system, an increase of magnetizing currents and shift in the operation linear mode towards the nonlinear part of the hysteresis. Using computer simulation, it has been established that the maximum values of magnetization currents in the presence of the geinduced current significantly exceed the rated value of the idling current of the single-phase power autotransformer AODTSTN – 267000/500/220.

Keywords: geomagnetic storms, geinduced current, power supply system, power autotransformer

ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ В УСТАНОВКАХ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НАГРЕВА

А.В. Федоров, Ю.С. Архангельский

Рассмотрены вопросы применения СВЧ электронных приборов в установках диэлектрического нагрева, приведены параметры этих приборов и оценена энергетическая эффективность технологических установок, в которых они используются. Обоснована целесообразность применения в установках СВЧ диэлектрического нагрева широкополосных СВЧ электронных приборов и указаны возможные типы таких приборов. Указано на возможность применения в СВЧ электротехнических установках СВЧ электронных приборов для конкретных параметров обрабатываемых диэлектриков.

Ключевые слова: СВЧ приборы, установка диэлектрического нагрева, магнетрон, лампа бегущей волны, лампа обратной волны, клистрон, ЛБВ, ЛОВ, СВЧ триод

APPLICATION OF MICROWAVE ELECTRONIC DEVICES FOR DIELECTRIC HEATING UNITS

A.V. Fedorov, Yu.S. Arkhangelskiy

The article considers the problems relating the application of microwave electronic devices in dielectric heating installations, provides the parameters of these devices, and estimates the energy efficiency of technological units used to install the given devices. The authors established the efficiency of broadband microwave devices in microwave dielectric heating units and defined the possible types of these devices. Such microwave electronic devices can be installed in the microwave equipment and used for specific parameters of processed dielectrics.

Keywords: microwave devices, dielectric heating installation, magnetron, traveling wave tube, backward wave tube, klystron, TWT, BWT, microwave triode

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ ЗАГОТОВОК В МОДУЛЬНЫХ КУЗНЕЧНЫХ ИНДУКЦИОННЫХ НАГРЕВАТЕЛЯХ

В.Б. Демидович, П.А. Ситько, В.В. Андрушкевич, Ю.Ю. Перевалов

Рассмотрены современные системы управления температурой в модульных кузнечных индукционных нагревателях. Показано, что при цифровом программном управлении необходима разработка высокоточных моделей индукционного нагрева. Однако при наличии возмущений необходимо использовать обратные связи по температуре. Предложен оригинальный способ управления температурой на выходе нагревателя по контролю температуры в особой точке в «активной зоне». Приведены результаты моделирования системы управления многомодульными индукционными нагревателями с использованием «активной зоны».

Ключевые слова: индукционный нагрев, модульная установка, термообработка, температурный профиль, многозонный нагрев

HEAT CONTROL SYSTEMS IN MODULAR FORGING INDUCTION HEATERS

V.B. Demidovich, P.A. Syt'ko, V.V. Andrushkevich, Yu.Yu. Perevalov

The article analyses modern heat control systems in modular forging induction heaters. It is shown that highly accurate models of induction heating are important for digital control. However, it is necessary to use the temperature feedback under the possible perturbation processes. The authors present a unique heat control method at the heater output to control the temperature at a singular point in the «active zone». The simulation results of multi-modular control induction heaters using the «active zone» are presented.

Keywords: induction heating, modular installation, heat treatment, temperature profile, multi-zone heating

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕСТРАИВАЕМЫМ ТИРИСТОРНЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ЧАСТОТЫ ДЛЯ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА ПРИ СИЛЬНО ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ НАГРУЗКЕ

А.Б. Кувалдин, М.А. Федин, И.М. Генералов, А.О. Кулешов

Приведено описание электротехнологического комплекса с индукционной тигельной печью, перестраиваемым преобразователем частоты и системой управления, Разработана модель трехпозиционного регулятора и представлены результаты моделирования электрического режима печи в Simulink.

Ключевые слова: индукционная тигельная печь, перестраиваемый тиристорный преобразователь частоты, трехпозиционное регулирование, моделирование

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF CONTROL SYSTEMS TO THE THYRISTOR FREQUENCY CONVERTER FOR INDUCTION HEATING UNDER VARYING LOAD CONDITIONS

A.B. Kuvaldin, M.A. Fedin, I.M. Generalov, A.O. Kuleshov

The article describes an electrotechnological system provided with a crucible induction furnace having a variable frequency converter and control system. The authors developed a model for a three step controller and used Simulink to present the simulation results to the electric mode of the furnace.

Keywords: induction crucible furnace, variable thyristor frequency converter, a three step controller, simulation

ИЗМЕРЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДИЭЛЕКТРИКОВ В ДИАПАЗОНЕ СВЧ ПРИ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Ю.С. Архангельский, С.Г. Калганова, С.В. Тригорлый

Предложен метод измерения диэлектрических параметров материалов в диапазоне СВЧ при высокой температуре, использующий СВЧ генератор, излучающую рупорную антенну, контейнер с исследуемым материалом, обеспечивающий его нагрев до высокой температуры, систему измерения модуля коэффициента отражения от поверхности исследуемого материала и программное обеспечение расчета относительной диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь.

Ключевые слова: измерение, диэлектрические параметры, относительная диэлектрическая проницаемость, тангенс угла диэлектрических потерь, модуль коэффициента отражения

MEASURING DIELECTRIC PROPERTIES OF DIELECTRICS IN THE MICROWAVE FREQUENCY RANGE AT HIGH TEMPERATURES

Yu.S. Arkhangel'skiy, S.G. Kalganova, S.V. Trigorly

The proposed method can be used to measure the dielectric properties of materials in the microwave frequency range at high temperatures. The new method applies a microwave generator, a radiating horn antenna, a container including the research material, which ensures heating at high temperatures, a system for measuring the modulus of reflection coefficient from the surface of the test material, and the software to estimate the relative dielectric permeability and tangent of the angle for dielectric losses.

Keywords: measurement, dielectric properties, relative dielectric permeability, tangent of the angle for dielectric losses, reflection coefficient modulus

**МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ ДИСЦИПЛИН «ИНФОРМАТИКА»
И «ЭЛЕКТРОТЕХНИКА» В ВОЕННОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ**

О.В. Раецкая

Рассмотрены вопросы междисциплинарной интеграции в военном образовательном учреждении.

Ключевые слова: информационные технологии в образовании, электротехника, информатика

**AN INTERDISCIPLINARY INCORPORATION OF THE COURSES
IN INFORMATICS AND ELECTRICAL ENGINEERING AT MILITARY SCHOOLS**

O.V. Raetskaya

The article considers the issues relating interdisciplinary incorporation of courses at military educational establishments.

Keywords: information technologies in education, electrical engineering, informatics

**СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ НАУЧНОЙ РАБОТЫ
В СГТУ ИМЕНИ ГАГАРИНА Ю.А.**

И.Г. Остроумов

**К СТОЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ВЛАДИСЛАВА ВАЛЕНТИНОВИЧА
ВОЛОГДИНА**

В.Б. Демидович

**ДВАДЦАТИПЯТИЛЕТНИЕ ПОДГОТОВКИ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГОВ
В Г. САРАТОВЕ**

Ю.С. Архангельский, С.В. Тригорлый