

ТУННЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ ИЗ КРИСТАЛЛОВ КРЕМНИЯ, ПОВЕРХНОСТНО СТРУКТУРИРОВАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОВОЛНОВОЙ ПЛАЗМЫ АРГОНА

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

С использованием атомной структуры поверхности кристаллов кремния, явлений самоорганизации при осаждении субмонослойных углеродных покрытий и высокоанизотропного микроволнового плазмохимического травления получены катодные матрицы с наноструктурированными эмиссионными центрами. Исследована взаимосвязь их морфологических и автоэмиссионных характеристик. Показано, что наноструктурирование поверхности позволяет более чем на одну треть уменьшить пороги возбуждения автоэмиссии и практически на два порядка увеличить максимальные плотности автоэмиссионных токов, которые на кристаллах кремния n-типа могут достигать $5,7 \text{ мА/см}^2$.

Ключевые слова: полевая эмиссия электронов, наноструктурирование поверхности, кремний, микроволновая плазма

TUNNELING OF ELECTRONS FROM THE CRYSTALS OF SILICON WHICH ARE SUPERFICIALLY STRUCTURED WITH USE OF MICROWAVE PLASMA OF ARGON

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

With use of atomic structure of a surface of crystals of silicon, the self-organization phenomena at sedimentation of submonolayer carbon coverings and high anisotropic microwave plasmochemical etching cathodic matrixes with the nanostructured emission centers are received. The interrelation of their morphological and field emission characteristics is investigated. It is shown that nanostructuring a surface allows more, than to reduce thresholds of initiation of field emission by one third and practically to increase the maximum density of field emission currents which on silicon crystals n-type can reach $5,7 \text{ mA/cm}^2$ by two orders.

Keywords: field emission of electrons, nanostructuring surface, silicon, microwave plasma

СОВРЕМЕННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЭЛЕКТРОМЕТАЛЛУРГИИ

С.Г. Калганова

Рассмотрены основные концепции развития современных электрометаллургических мини-заводов, основные направления энергетической оптимизации электроплавки стали.

Ключевые слова: мини-завод, дуговая сталеплавильная печь, электроплавка, энергетическая эффективность

THE POTENTIAL OF MODERN ELECTROMETALLURGY

S.G. Kalganova

Describes the main concepts of the development of modern EAF mini-mills, the main directions of energy optimization of electric smelting of steel.

Keywords: mini plant, electric arc furnace, electrofusion, energy efficiency

ОПТИМИЗАЦИЯ СТАЦИОНАРНОГО РЕЖИМА ДВУХСЕКЦИОННОГО ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВАТЕЛЯ

А.И. Данилушкин, В.А. Данилушкин, И.В. Васильев

Приведены результаты исследования процесса нагрева ферромагнитных заготовок под пластическую деформацию в двухсекционном индукционном нагревателе методического действия. Рассмотрены вопросы моделирования взаимосвязанных электромагнитных и температурных полей и методика их расчета в установившемся режиме при дискретно-непрерывном перемещении заготовок через нагреватель. Предложена инженерная методика расчета конструктивных и режимных параметров двухчастотной индукционной

нагревательной установки, учитывающая специфические особенности пространственного распределения внутренних источников теплоты и неравномерность температурного распределения в загрузке в процессе нагрева до температуры пластической деформации.

Ключевые слова: индукционный нагрев, математическая модель, источники теплоты, температурное распределение, управление, энергоэффективность

OPTIMIZATION OF TWO-SECTION STATIONARY MODE OF INDUCTION HEATERS

A.I. Danilushkin, V.A. Danilushkin, I.V. Vasilyev

The article presents the results of a study of the process of heating of ferromagnetic workpieces by plastic deformation in the two-section induction heater methodical action. The questions of modeling of interconnected electromagnetic and temperature fields and methods of their calculation in steady state at discrete-continuous movement of billets through the heater. A method of calculating the engineering design and operational parameters of the two-frequency induction heating system, which takes into account the specific features of the spatial distribution of internal heat sources and uneven temperature distribution in the load in the process of heating up the plastic deformation temperature.

Keywords: induction heating, a mathematical model, heat sources, temperature distribution, management, energy efficiency

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ МОДИФИКАЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СВЧ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ

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

Рассмотрены научные основы модификации полимерных материалов в СВЧ электромагнитном поле. Представлены результаты экспериментальных исследований влияния СВЧ электромагнитного поля на свойства полимеров.

Ключевые слова: модификация, полимерные материалы, СВЧ электромагнитное поле, СВЧ воздействие, СВЧ установка

SCIENTIFIC BASIS FOR MODIFICATION OF POLYMER MATERIALS IN A MICROWAVE ELECTROMAGNETIC FIELD

S.G. Kalganova, Yu.S. Arkhangelsky, V.A. Lavrentiev, S.V. Trigorly

Considers the scientific basis of modification of polymeric materials in a microwave electromagnetic field, the results of experimental studies of the effect of microwave electromagnetic field on properties of polymers.

Keywords: modification, polymeric materials, the microwave electromagnetic field of the microwave effect, microwave installation

УЛУЧШЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СВЧ РАБОЧЕЙ КАМЕРЫ С БЕГУЩЕЙ ВОЛНОЙ ПУТЁМ ПЕРЕСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ СВЧ ГЕНЕРАТОРА

А.В. Фёдоров, Ю.С. Архангельский

Проведено сравнение $K_{стU}$ камеры с бегущей волной на неоднородном прямоугольном волноводе, работающей в одночастотном режиме и с перестройкой частоты СВЧ генератора. Показано улучшение согласования при синхронном с ϵ' и $\tan \delta$ изменении в процессе нагрева частоты СВЧ генератора.

Ключевые слова: камера с бегущей волной, установка СВЧ диэлектрического нагрева, расчёт, волновод, длина волны, относительная диэлектрическая проницаемость, тангенс угла диэлектрических потерь, одночастотный режим, широкополосный генератор

IMPROVING PARAMETERS OF THE WORKING CHAMBER WITH THE TRAVELING WAVE OF THE MICROWAVE FREQUENCY BY TUNING THE MICROWAVE OSCILLATOR

A.V. Fedorov, Yu.S. Arkhangelskiy

The paper presents a comparison between the $K_{\text{сгн}}$ chamber with the travelling wave on the non-homogeneous rectangular waveguide operating in the single frequency mode and frequency tuning in the microwave generator. The emphasis is made on improvement in the frequency matching of the microwave generator at synchronous changes with the ϵ' and $\text{tg } \delta$ in the process of heating.

Keywords: ray type microwave chamber, microwave installation, calculation, waveguide, wavelength, relative permittivity, loss angle, single frequency mode, broadband generator

ВЛИЯНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЧ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПРОЧНОСТЬ И МИКРОСТРУКТУРУ БАЛЛИСТИЧЕСКИХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

И.В. Злобина, Н.В. Бекренёв

Исследовано влияние СВЧ электромагнитного поля на прочность баллистических материалов, используемых в производстве элементов индивидуальной защиты 1 и 2 класса. В экспериментах использовались ТСВМ-ДЖ и сверхвысокомолекулярный полиэтилен. Установлено, что воздействие СВЧ электромагнитного поля удельной мощностью 14-17 Вт/см³ на арамидные нити и нити из сверхвысокомолекулярного полиэтилена позволяет увеличить прочность на разрыв соответственно в 2 и 1,6-1,7 раза. Констатировано существенное снижение расслоения на волокна обработанных в электромагнитном поле арамидных нитей и сверхвысокомолекулярного полиэтилена после воздействия разрывной нагрузки.

Ключевые слова: СВЧ электромагнитное поле, баллистические материалы, нити, волокна, прочность, расслоение, микроструктура

IMPACT OF THE MICROWAVE ELECTROMAGNETIC FIELD ON THE STRENGTH AND STRUCTURE OF BALLISTIC NON-METALLIC MATERIALS

I.V. Zlobina, N.V. Bekrenev

The research is made into impact of the microwave electromagnetic field on the strength of ballistic materials used in manufacturing personal protective equipment Category I and Category II. TCBM-DJ and super-high molecular weight polyethylene were applied in the experiments. It was found that the impact of the microwave electromagnetic field with the specific capacity at 14-17 W/cm³ on the aramid filaments and the super-high molecular weight polyethylene filaments allow for increasing the fracture strength by 2 or 1,6-1,7 times. It was stated that the degree of splitting of aramid filaments and the super-high molecular weight polyethylene filaments treated in the electromagnetic field has significantly reduced under the impact of the discontinuous load.

Keywords: the microwave electromagnetic field, ballistic materials, filaments, strength, splitting, microstructure

ОБОСНОВАНИЕ КОНТАКТНОГО МЕТОДА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОЧИСТКИ ТРУДНОДОСТУПНЫХ ВНУТРЕННИХ ПОЛОСТЕЙ И КАНАЛОВ В ИЗДЕЛИЯХ ТРАНСПОРТНОГО И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

А.М. Сарсенгалиев, И.В. Злобина, Н.В. Бекренёв

Показана перспективность удаления загрязнений методом ультразвуковой очистки. Предложена зависимость, позволяющая определить параметры ультразвукового воздействия по критерию изгибных напряжений в очищаемых объектах, превышающих адгезионную прочность загрязнений. Определено минимальное время разрушения загрязнений, подтвержденное экспериментально.

Ключевые слова: ультразвук, производительность очистки, кавитация, полости и каналы, загрязнения, контакт, изгибные напряжения, адгезионная прочность

VALIDATION OF THE CONTACT METHOD FOR ULTRASONIC CLEANING OF REMOTE INTERNAL CAVITIES AND CHANNELS IN THE PRODUCTS OF TRANSPORT AND POWER ENGINEERING INDUSTRIES

A.M. Sarsengaliyev, I.V. Zlobina, N.V. Bekrenev

Removing pollutants by means of the method of ultrasonic cleaning has proved to be promising. The proposed dependence ensures determination of parameters for the ultrasonic influence by the criterion of flexural tension in the cleared objects exceeding the adhesive durability of pollution. The minimum time for the destruction of pollution was defined and demonstrated experimentally.

Keywords: ultrasound, cleaning productivity, cavitation, cavities and channels, pollution, contact, flexural tension, adhesive durability

ВЛИЯНИЕ СИЛЫ ТОКА ИНДУКТОРА НА ТЕМПЕРАТУРУ НАГРЕВА ТИТАНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ ДИСКОВОЙ И ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

А.А. Фомин, М.А. Фомина, А.В. Войко, В.А. Кошуро, И.В. Родионов

Представлены результаты измерения силы тока индуктора и температуры нагрева титановых образцов дисковой и цилиндрической формы при обработке токами высокой частоты в частотном диапазоне от 90 до 120 кГц. Установлено влияние силы тока индуктора в диапазоне от 0,3 до 8,5 кА на кинетику нагрева образцов-дисков в температурном диапазоне от 800°C до 1500°C на воздухе. Получена регрессионная модель зависимости температуры от электрической мощности, потребляемой устройством нагрева, и продолжительности термообработки.

Ключевые слова: токи высокой частоты, титан, кинетика нагрева, термообработка

IMPACT OF INDUCTOR CURRENT INTENSITY ON THE HEATING TEMPERATURE RATE FOR TITANIUM DISC-SHAPED AND CYLINDRICAL ITEMS

A.A. Fomin, M.A. Fomina, A.V. Voyko, V.A. Koshuro, I.V. Rodionov

The paper presents the measurement results for current intensity in the inductor and the rate of heating temperature for titanium disc-shaped and cylindrical samples when treated with high-frequency currents (HFC) within 90 to 120 kHz. The influence of the current in the inductor in the range from 0.3 to 8.5 kA on the heating kinetics of disc-shaped samples within 800°C to 1500°C in the air has been identified. A regression model describing the temperature change depending on the power consumed by the HFC heat treatment device as well as its duration has been simulated.

Keywords: high-frequency currents, titanium, heating kinetics, heat treatment

ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОДА НА КИНЕТИКУ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ СВИНЦА ИЗ ПЕРХЛОРАТНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА

Е.Ю. Горбачёва, Н.Д. Соловьёва, В.В. Чадина

Установлено влияние предварительной обработки стальной основы электрода на кинетику электроосаждения свинца из перхлоратного электролита с добавкой поверхностно-активного вещества и без нее. Выявлено влияние добавки ПАВ на величину поляризационной емкости. Сделан вывод о целесообразности использования в перхлоратном электролите добавки ПАВ.

Ключевые слова: свинцовое покрытие, поверхностно-активное вещество, подложка, дофазовое осаждение, поляризационная емкость, перхлоратный электролит

INFLUENCE OF PRETREATMENT PROCESSING OF THE STEEL ELECTRODE ON KINETICS OF ELECTRODEPOSITION OF LEAD FROM PERCHLORATE BASED ELECTROLYTES

E.Yu. Gorbacheva, N.D. Solovieva, V.V. Chadina

The influence of preliminary processing of the steel basis of the electrode on kinetics of electrodeposition of lead from perchlorate based electrolytes with and without additives of surface-active agents is established. The influence of the surfactant additive on the rate of polarizing capacity is revealed. The conclusion is drawn on the expediency of using the perchlorate based electrolytes in surfactant additives.

Keywords: lead covering, superficially-active agent, substrate, pre-phase sedimentation, polarizing capacity, perchlorate electrolytes

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ СПЛАВА ЦИНК-НИКЕЛЬ В СУЛЬФАТНО-АЦЕТАТНОМ РАСТВОРЕ ПОТЕНЦИОДИНАМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Е.В. Ченцова

Рассматривается механизм электрохимического формирования гальванического покрытия цинк-никель на стали в сульфатном и сульфатно-ацетатном растворах потенциодинамическим методом при варьировании содержания сульфата никеля и сульфата цинка в растворе.

Ключевые слова: сплавы цинка, сульфатно-ацетатный раствор, потенциодинамический метод

POTENTIODYNAMIC METHOD FOR THE STUDY OF ZINC-NICKEL ALLOYS FORMED IN SULPHATE-ACETATE SOLUTIONS

E.V. Chentsova

The paper discusses the electrochemical mechanism applied in the process of zinc-nickel plating used on steels in sulfate and sulfate-acetate solutions. The plating is provided by means of the potentiodynamic method with the varying contents of nickel sulfate and zinc sulfate in the solution.

Keywords: zinc alloys, sulfate-acetate solutions, the potentiodynamic method

ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ ДИОКСИДА СВИНЦА В УЛЬТРАЗВУКОВОМ ПОЛЕ

Е.А. Савельева, В.И. Шпекина, В.А. Коротков

Исследовано влияние ультразвука на процесс электроосаждения диоксида свинца на стальную оксидированную подложку. Выявлено увеличение числа зародышей PbO_2 под действием ультразвука. Разработаны технологические рекомендации по снижению времени изготовления диоксидсвинцового электрода.

Ключевые слова: диоксид свинца, резервный источник тока, сталь, подложка, хлорная кислота, ультразвук, зародышеобразование

LEAD DIOXIDE ELECTRODEPOSITION IN AN ULTRASONIC FIELD

E.A. Savelyeva, V.I. Shpekina, V.A. Korotkov

The paper investigates electrodeposition of lead dioxide on oxidized steel substrates under ultrasonication. An increase in the number of the PbO_2 nuclei under the influence of ultrasound is revealed. Technological recommendations relating decrease in time when manufacturing lead dioxide electrodes are developed.

Keywords: lead dioxide, reserve current source, steel, substrate, perchloric acid, ultrasound, nucleation

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ОКИСЛЕНИЯ И МОДИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ТОКАМИ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ НА КИНЕТИКУ НАГРЕВА ТИТАНА

А.А. Фомин, М.А. Фомина, А.В. Войко, М.Е. Федосеев, В.А. Кошуро, А.Я. Зоркин, И.В. Родионов

Представлены результаты решения самосогласованной краевой задачи электродинамики и теплопроводности, описывающие кинетику нагрева титановых образцов дисковой формы при обработке токами высокой частоты до температуры 1500°C на воздухе. Установлено влияние силы тока индуктора в диапазоне от 1,5 до 3 кА на характер нагрева образцов с учетом изменения тепло- и электрофизических свойств титана, а также тепловых потерь на конвекцию, излучение и процесс окислительного модифицирования поверхности. Определено, что наличие на поверхности титана оксидных покрытий с пористо-кристаллической наноструктурой способствует существенному росту тепловых потерь при высокотемпературной обработке. Теоретические зависимости, полученные при решении задачи методом конечных элементов, сопоставляются с экспериментальными данными кинетики нагрева титановых образцов с применением бесконтактного измерения температуры.

Ключевые слова: токи высокой частоты, модификация поверхности, оксидное покрытие, титан, метод конечных элементов, кинетика нагрева

IMPACT OF OXIDATION AND MODIFICATION OF SURFACES ON TITANIUM HEATING KINETICS UNDER TREATMENT WITH HIGH-FREQUENCY CURRENTS

A.A. Fomin, M.A. Fomina, A.V. Voyko, M.E. Fedoseev, V.A. Koshuro, A.Ya. Zorkin, I.V. Rodionov

Solution to the self-consistent boundary problem of electrodynamics and thermal conductivity describing the heating kinetics of titanium disc-shaped samples during treatment with high-frequency currents to 1500°C in the air is presented. The influence of the current rate in the inductor within 1.5 and 3 kA on heating the samples considering the changes in thermal and electrophysical properties of titanium and heat losses on convection, radiation, and oxidising modification of the surface was determined. It was found that the presence of oxide coatings on the titanium surface with porous and chrystalline nanostructure leads to bigger heat losses under high temperature treatment. Theoretical dependencies received due to the finite element method were compared to the experimental results for the heating kinetics of titanium samples using non-contact temperature measurements.

Keywords: high-frequency currents, surface modification, oxide coating, titanium, finite element method, heating kinetics

ИДЕНТИФИКАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕСУРСНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

И.А. Менщиков

Для повышения эффективности эксплуатации электромеханических комплексов и транспортных систем предложено совершенствование структуры систем технической эксплуатации на базе математического расчета остаточного ресурса диагностических параметров в соответствии с фактическим состоянием изоляции электромеханических комплексов и транспортных систем.

Ключевые слова: остаточный ресурс, диагностические параметры, электромеханические комплексы, транспортные системы, математическое моделирование

IDENTIFICATION MODEL FOR PREDICTING RESOURCE INDICATORS OF ELECTROMECHANICAL COMPLEXES IN TRANSPORT SYSTEMS

I.A. Menshikov

The new method is proposed in order to increase the operating efficiency of electromechanical complexes and transport systems by improving the structure of the existing systems of technical operation on the basis of mathematical calculation of the residual life of diagnostic parameters in accordance with actual conditions of insulation of electrical complexes in transport systems.

Keywords: residual resource, diagnostic parameters of electromechanical systems, transport systems, mathematical modeling

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ПАКЕТИРОВАННОГО МАГНЕТРОНА ПРОМЫШЛЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

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

Для создания СВЧ электротехнологических установок требуются регулируемые источники СВЧ энергии. Такие источники могут быть построены на магнетронах пакетированного типа, при этом должна быть решена задача оперативного управления режимом работы магнетрона за счет изменения анодного тока. С помощью имитационной модели, построенной в среде MATLAB с пакетом расширения Simulink, исследованы переходные процессы в системе электропитания пакетированного магнетрона мощностью 3 кВт. Система электропитания оснащена пропорционально-интегральным регулятором, который позволяет стабилизировать анодный ток магнетрона на заданном уровне путем импульсно-фазового управления тиристорами, которые встречно-параллельно включены между сетью и повышающим трансформатором с высоковольтным выпрямителем.

Ключевые слова: магнетрон, система электропитания, пропорционально-интегральный регулятор, переходные процессы, имитационное моделирование

RESEARCH INTO TRANSIENT PHENOMENA IN POWER-SUPPLY SYSTEMS OF INDUSTRIAL MAGNETRON GENERATORS

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

Regulated microwave generators are required in designing various types of industrial electric appliances. These generators could be represented by a packaged magnetron on condition of solving the problem with maintaining the operation mode through the anode current operation control. The paper presents a research into transient phenomena in a 3 kW packaged magnetron power-supply system using the MATLAB+Simulink environment simulation. The power supply anode circuit current is provided with a pulse-phase PI-control of the 3-phase anti-parallel thyristor rectifier in the low voltage side of the power supply.

Keywords: magnetron, power-supply system, proportional-integral controller, transient phenomena, simulation modeling

ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКАЯ БАЗА, ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ СВЧ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

А.С. Добродум, А.В. Федоров, Ю.С. Архангельский, С.Г. Калганова

Приведены основные термины в области применения СВЧ энергии в технологических процессах и установках, оценки энергетической эффективности СВЧ электротехнологических установок разного типа, рассмотрены схемы электроснабжения СВЧ генераторов и возможности применения в СВЧ электротехнологических установках широкополосных СВЧ электровакуумных приборов.

Ключевые слова: терминологическая база, энергетическая эффективность, электроснабжение, СВЧ электротехнологические установки

TERMINOLOGY DATABASE, ENERGY EFFICIENCY AND ELECTRICITY SUPPLY FOR MICROWAVE ELECTROTECHNOLOGY DEVICES

A.S. Dobrodum, A.V. Fedorov, Yu.S. Arkhangelsky, S.G. Kalganova

The provided main terms refer to the area of microwave energy application in technological processes and installations, estimation of power effectiveness of the various types microwave electrotechnological installations. The authors consider the schemes of power supply to microwave generators and possibility of utilizing three-lane microwave electrovacuum devices in microwave electrotechnological installations.

Keywords: terminological base, energy efficiency, electricity, microwave electrotechnological installation

ПРИЧИНЫ БРАКА ПО ВЫТЕКАНИЮ СТЕКЛОФАЗЫ НА ПОВЕРХНОСТЬ КОМБИНИРОВАННОГО КАТОДА МАЛОМОЩНОГО УСИЛИТЕЛЯ ПРЯМОЙ ВОЛНЫ М-ТИПА

А.А. Тищенко, О.Д. Тищенко, А.Я. Зоркин, И.В. Белова

С целью выявления причин выплавления стеклофазы на поверхность катода исследовалось влияние материала вторичноэлектронного эмиттера, материала автоэлектронного эмиттера, припоя, параметров технологической среды. Экспериментально определено, что выплавление стеклофазы обусловлено присутствием окиси кобальта в припое. Проведены исследования по получению молибден-кобальтового припоя с присадкой бора с температурой плавления 1200°C.

Ключевые слова: автокатод, молибден-кобальтовый припой, стеклофаза, спекание

DEFECTS CAUSED BY MELTING GLASSY PHASE ON THE SURFACE OF THE COMBINED FIELD EMISSION CATHODE IN THE M-TYPE LOW-POWER DIRECT WAVE AMPLIFIER

A.A. Tishchenko, O.D. Tischenko, A.Ya. Zorkin, I.V. Belova

The investigation refers the production of molybdenum-cobalt solder doped with boron 1200°C melting point. In order to identify the causes of melting glass phase on the surface of the cathode material, we studied the effect of secondary electron emitter, the field emitter material, solder, and technological parameters of the medium. We obtained experimental data relating the melting of the vitreous due to the presence of cobalt oxide in the solder, and in this case obtained in the sintering operation solder.

Keywords: autocathodes, molybdenum-cobalt solder, glass phase, caking

СОБСТВЕННЫЕ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРЯМОУГОЛЬНОГО ВОЛНОВОДА С ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЛАСТИНОЙ, РАСПОЛОЖЕННОЙ В ЦЕНТРЕ ШИРОКОЙ СТЕНКИ ВОЛНОВОДА

Д.А. Баринов, Д.В. Гапонов, В.А. Коломейцев, С.А. Тасканов

На основе аналитического решения внутренней краевой задачи электродинамики определен спектр критических длин волн Е- и Н-типов прямоугольного волновода с диэлектрической пластиной, расположенной в центре широкой стенки волновода. Полученные результаты представляют интерес для техники и электротехнологии СВЧ.

Ключевые слова: внутренняя краевая задача электродинамики, волновые уравнения Гельмгольца, принцип поляризационной двойственности, суперпозиции и ортогональности, Е- и Н-типы волн при продольной поляризации электромагнитного поля, дисперсионное уравнение для Е- и Н-типов волн волновода, частично заполненного диэлектриком, граничные и начальные условия, векторы напряженности электрического и магнитного поля, электродинамические параметры волновода с трехслойным диэлектрическим заполнением

INHERENT ELECTRODYNAMIC PARAMETERS OF A RECTANGULAR WAVEGUIDE WITH A DIELECTRIC PLATE LOCATED IN THE CENTER OF THE BROAD WALL OF THE WAVEGUIDE

D.A. Barinov, D.V. Gaponov, V.A. Kolomeytsev, S.A. Taskanov

Based on the analytical solution of internal boundary problem of electrodynamics defined range of critical wavelengths E- and N-types of rectangular waveguide with a dielectric plate, located in the center of the broad wall of the waveguide. The obtained results are of interest for engineering and Electrotechnology microwave.

Keywords: internal boundary-value problem of electrodynamics, the wave equation, the Helmholtz principle of the polarization of duality, superposition and orthogonality, E- and H-types of waves with longitudinal polarization of the electromagnetic field; the dispersion equation for E- and H-types of waves of the waveguide partially filled with dielectric, boundary and initial

conditions, vectors of electric and magnetic fields, electrodynamic parameters of the waveguide with laminated dielectric filling

ТВЕРДОСТЬ И УСТАЛОСТНАЯ ПРОЧНОСТЬ ИМПЛАНТИРОВАННОГО ИОНАМИ АРГОНА ТИТАНА ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО И ХИМИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

И.В. Перинская, С.Г. Калганова, В.В. Перинский

Исследовано влияние облучения ионами аргона на твердость, усталостную прочность, морфологию и элементный состав титана. Предложен способ модификации поверхности титана ионами аргона, открывающий возможность применения титановых элементов электротехнических устройств в энергетическом, химическом и металлургическом машиностроении.

Ключевые слова: ионно-лучевая обработка, ионная имплантация, углеродсодержащее беспористое покрытие, титан технический, аргон, твердость, усталостная прочность

HARDNESS AND FATIGUE ENDURANCE PROPERTIES OF TITANIUM IMPLANTED WITH ARGON IONS APPLIED IN POWER ENGINEERING, METALLURGICAL AND CHEMICAL ENGINEERING INDUSTRIES

I.V. Perinskaya, S.G. Kalganova, V.V. Perinsky

The paper concerns the experimental results based on application of ion implantation of argon (Ar^+), which allows for increasing hardness and fatigue resistance of titanium. The effect of surface synthesis of the carbon-bearing covering on the implanted titanium in case of implantation of ions of argon (Ar^+) is probed. A physical model of the surface mechanism of the ion-ray synthesis connected to polymerization of carboniferous fragments is offered.

Keywords: ion-beam processing, ionic implantation, carboniferous pore-free covering, titan technical, argon, hardness, fatigue endurance

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЧНОСТИ И ПЛАСТИЧНОСТИ ТИТАНОВОГО СПЛАВА VT16 ПОСЛЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ ТВЧ

А.А. Фомин, М.А. Фомина, А.В. Войко, В.А. Кошуро, И.В. Родионов, А.М. Захаревич

Исследованы характеристики проч-ности и пластичности стержневых образцов титанового сплава VT16 после обработки токами высокой частоты в диапазоне от 600 до 1200°C. Установлено, что воздействие ТВЧ обеспечивает повышение характеристик прочности на 5-14% при незначительном снижении их пластичности.

Ключевые слова: токи высокой частоты, упрочнение, оксидное покрытие

STRENGTH AND PLASTICITY PROPERTIES OF THE TITANIUM ALLOY VT16 AFTER HIGH TEMPERATURE TREATMENT WITH HFC

A.A. Fomin, M.A. Fomina, A.V. Voyko, V.A. Koshuro, I.V. Rodionov, A.M. Zakharevich

The characteristics of strengthening and plasticity of the rod samples from the high-strength titanium alloy VT16 after treatment with high frequency currents (HFC) in the range from 600 to 1200°C have been studied. It has been established that the HFC effect increases the strength characteristics by 5-14%, whereas their plasticity is slightly lowered.

Keywords: high frequency currents, strengthening, oxide coating

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ФОКУСИРОВКОЙ ЛУЧА ПРИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКЕ

М.И. Мотасов, Д.А. Давыдов, В.С. Алексеев

Рассматривается имитационная модель системы управления фокусировкой луча с использованием программной среды Simulink, входящей в состав пакета Matlab.

Ключевые слова: автоматизация управления, электронно-лучевая сварка, вторичный электронный ток, передаточная функция

COMPUTER-AIDED CONTROL BY FOCUSING THE BEAM UNDER ELECTRON-BEAM WELDING

M.I. Motasov, D.A. Davydov, V.S. Alekseev

The paper considers the imitation focusing model used for beam control by means of the Simulink Program being part of the Matlab package.

Keywords: computer-aided control, electron-beam welding, secondary electron current, transfer function

ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННАЯ ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

С.А. Гусев

Рассмотрены вопросы развития теории и методологии логистической науки в направлении формирования энергоинформационной основы интеллектуального управления логистическими системами. Исследованы вопросы классификации и уровневой принадлежности логистических систем, в том числе с учетом ретроспективы моделей и методов, применяемых для оптимизации их функционирования. Обосновано использование оптимальных решений, баз знаний, направленных на сокращение циклов производства, исключения двойной работы, что позволяет повысить производительность и эффективность производства работ и услуг.

Ключевые слова: логистика, система, процесс, управление, интеллект, инструментарий, ресурс, обеспечение

ENERGY DATABASE AS THE BASIS FOR INTELLIGENT LOGISTICS MANAGEMENT

S.A. Gusev

The paper discusses the issues related with advances in the theory and methodology of logistics science towards developing the energy database for intelligent management of logistics systems. The article focuses on the classification and defining the level of logistics systems with account to a retrospective review of models and methods used to optimize their operation. The author demonstrates the need for optimal solutions and knowledge bases aimed at reducing production cycles, and eliminating the double-work which ensures an increase in productivity and efficiency of works and services.

Keywords: logistics system, process management, intelligence, tools, resource, security

СВЧ ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ ПЛОСКИХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

Ю.С. Архангельский, И.А. Менщиков

Показана возможность использования СВЧ электромагнитных колебаний для измерения и контроля таких параметров плоских диэлектриков, как их строение, толщина, диэлектрические параметры ϵ' и $\operatorname{tg} \delta$.

Ключевые слова: СВЧ электромагнитные колебания, измерение, контроль, параметры, плоский диэлектрик

MICROWAVE CONTROL AND MEASUREMENT CHARACTERISTICS OF PLANAR DIELECTRICS

Yu.S. Arhangelsky, G.I.A. Menshikov

The paper demonstrates a possibility for using the microwave electromagnetic oscillations used in measuring and control of the characteristics of planar dielectrics, including their structure, thickness, and the dielectric parameters ϵ' and $\operatorname{tg} \delta$.

Keywords: microwave electromagnetic oscillations, measurement, control, settings, flat dielectric

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ АДАПТИВНОСТИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СЛУЧАЙНЫХ ПОМЕХ

А.А. Анашкин, Г.Г. Угаров

Описан способ измерения поляризационного потенциала, при реализации которого в процессе выполнения каждого измерения осуществляется автоматическая подстройка временных параметров цикла измерения под конкретные амплитудные и частотные параметры наведённой на защищаемое сооружение помехи от посторонних источников переменного тока. Измерение потенциала осуществляется в тот промежуток времени, когда текущее значение помехи находится в области минимальных значений. Приведены осциллограммы потенциала реального трубопровода, модулированного сигналом помехи, находящегося в зоне действия блуждающих токов. Приведена функциональная схема измерительного средства и эпюры напряжений, поясняющие его работу. Приведена схема алгоритма реализации изложенного в статье способа.

Ключевые слова: поляризационный потенциал, вспомогательный электрод, электрод сравнения, цикл измерения потенциала, фаза задержки измерения, фаза измерения, длительность цикла измерения потенциала, длительность фазы поляризации, длительность фазы измерения, ключ поляризации, накопитель энергии

WAYS FOR IMPROVING ADAPTABILITY PROPERTIES OF POLARIZATION MEASUREMENT TOOLS AFFECTED BY RANDOM NOISE

A.A. Anashkin, G.G. Ugarov

The paper describes a way to measure the polarization potential, which in the process of implementation of each measurement procedure provides automatic adjustment of time parameters of a measurement cycle to the specific amplitude and frequency settings induced noise on protected construction from AC sources. The potential measurements are carried out within the time interval when the current value of the noise is minimum. The provided oscillograms demonstrate real-time capacity of a pipeline, with modulation of the interference signal in the zone of wandering currents. The functional diagram presents the measurement tools and stress distributions. The diagram with the algorithm is used in implementation of the presented method.

Keywords: polarizing potential, auxiliary electrode, reference electrode, the measurement cycle capacity, phase delay measurement, measurement phase, duration of the measurement cycle capacity, phase duration, phase delay measurement, key measurement, energy storage

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В ВЫСШЕМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ

Ю.С. Архангельский

Рассматриваются задачи дополнительного образования в высшем учебном заведении и пути их решения.

Ключевые слова: дополнительное обучение, высшее учебное заведение, бакалавр, специалист, инженер, образование, предприятие, трудоустройство

CONTINUING EDUCATION PROGRAMS AT HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

Yu.S. Arkhangelsky

The paper considers the issues relating continuing education programs at institutions of higher learning, and ways to solve these problems.

Keywords: continuing education, higher education institution, bachelor, engineer, education, enterprise, employment

ЮРИЙ МИЧИСЛАВОВИЧ ГОЛЕМБИОВСКИЙ

ЕКАТЕРИНА МИХАЙЛОВНА ГРИШИНА