

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКОЙ СВЧ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ НАГРЕВА ЖИДКОСТИ В ПОТОКЕ ПРИ ЛАМИНАРНОМ ТЕЧЕНИИ

Ю.С. Архангельский, В.О. Юдина

Предложен алгоритм проектирования методической СВЧ электротермической установки на камере лучевого типа для нагрева жидкости в потоке при ламинарном течении. Сформирована согласованная краевая задача электродинамики, теплопроводности и гидравлики, на решении которой строится проектирование установки. Предложен расчет профиля транспортного канала в рабочей камере установки.

Ключевые слова: методическая СВЧ электротермическая установка, согласованная краевая задача электродинамики, теплопроводности и гидравлики, проектирование, транспортный канал, СВЧ генератор, электродвигатель, электрический привод

DESIGNING A CONTINUOUS UHF OF ELECTROTHERMIC INSTALLATION FOR HEATING FLUIDS AT LAMINAR FLOW

Yu.S. Arkhangelsky, V.O. Yudina

An algorithm for designing a methodical microwave of an electro-thermal installation on a beam-type chamber for heating a fluid in a stream with a laminar flow is proposed. A coordinated boundary problem of electrodynamics, thermal conductivity and hydraulics has been formed, on the solution of which the installation design is built. The proposed calculation of the profile of the transport channel in the working chamber of the installation

Keywords: methodical microwave electrothermal installation, coordinated boundary problem of electrodynamics, thermal conductivity and hydraulics, design, transport channel, microwave generator, electric motor, electric drive.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЛАВЛЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИКОВ В СВЧ УСТАНОВКАХ ЛУЧЕВОГО ТИПА

С.В. Тригорлый, В.В. Захаров, В.С. Алексеев

Рассмотрено численное моделирование процесса СВЧ плавления диэлектрика с применением СВЧ установки лучевого типа с излучающей системой на базе рупорной антенны (на примере плавления льда). Модель представляет собой взаимосвязанную задачу электродинамики и теплопроводности, решаемую с помощью метода конечных элементов, реализованного в программном обеспечении COMSOL Multiphysics. Примененная методика моделирования позволяет учитывать характеристики реальной излучающей системы, а также изменение электро- и теплофизических свойств диэлектрика в процессе плавления.

Ключевые слова: численное моделирование, СВЧ термообработка, плавление, диэлектрики, рупорная антенна

NUMERICAL SIMULATION OF MELTING DIELECTRICS IN MICROWAVES BASED ON ELECTRON BEAM MODE

S.V. Trigorly, V.V. Zakharov, V.S. Alekseev

Numerical simulation of the process of microwave dielectric melting using the beam mode microwave installation based on the horn antenna (using the example of ice melting) is considered. This model is a linked problem between electrodynamics and thermal conductivity, which is solved using the finite element method implemented by the COMSOL Multiphysics software. The applied method of simulation allows taking into account the characteristics of an actual radiating system, as well as the change in electrical and thermal properties of the dielectric in the course of the melting procedure.

Keywords: numerical simulation, microwave heat treatment, melting, dielectric, horn antenna

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ГЕНЕРАТОРА ПРИ ЗУБОНАРЕЗАНИИ МЕЛКОМОДУЛЬНЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

С.И. Агапов, Ю.И. Сидякин, А.Ф. Толстяков

Рассмотрены вопросы расчета мощности ультразвукового генератора на примере экспоненциального концентратора с присоединенной заготовкой при зубонарезании мелко модульных зубчатых колес.

Ключевые слова: ультразвуковой генератор, пьезокерамические преобразователи, мелко модульные зубчатые колеса

DETERMINATION OF THE CAPACITY OF ULTRASONIC GENERATORS WHEN CUTTING FINE-PITCH GEARS

S.I. Agapov, Yu.I. Sidyakin, A.F. Tolstyakov

The paper discusses the issues related with estimation of the capacity of ultrasonic generators based on the example of exponential concentrators with attached workpieces in the process of fine-pitch gear cutting.

Keywords: ultrasonic generator, piezoceramic transducer, fine-pitch gears

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ СВЧ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Ж.С. Синицына, Ю.С. Архангельский

Приведена терминологическая база СВЧ электротехнологических процессов и установок, даны определения и области применения низкотемпературных и высокотемпературных СВЧ электротехнологических установок, сформулированы задачи, подлежащие решению при исследованиях и разработках высокотемпературных СВЧ электротехнологических установок.

Ключевые слова: терминологическая база, низкотемпературные и высокотемпературные СВЧ электротехнологические установки, диэлектрик, СВЧ обработка

HIGH-TEMPERATURE MICROWAVE ELECTROTECHNOLOGICAL INSTALLATIONS

Zh.S. Sinitsyna, Yu.S. Arkhangelsky

The article presents the terminology database for the microwave electrotechnological processes and installations, provides the definition and the application area of low-temperature and high-temperature microwave electrical installations, formulates the tasks to be solved in the course of research and development of high-temperature microwave dielectric installations.

Keywords: terminological base, low and high temperature microwave electrotechnological installation, dielectric, microwave treatment

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТИРИСТОРНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ ДЛЯ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА ПРИ ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ НАГРУЗКЕ

М.М. Алексеева, И.И. Артюхов, В.С. Алексеев

В среде MATLAB с пакетом расширения Simulink разработана имитационная модель для расчета тиристорного преобразователя частоты для индукционной тигельной печи. В модели присутствуют оригинальные блоки, позволяющие исследовать электромагнитные и тепловые процессы с учетом изменения нагрузки при индукционном нагреве стали.

Ключевые слова: имитационное моделирование, тиристорный преобразователь частоты, индукционная тигельная печь

A SIMULATION MODEL OF THE THYRISTOR FREQUENCY CONVERTER FOR INDUCTION HEATING WITH THE CHANGING LOADS

M.M. Alekseeva, I.I. Artyukhov, V.S. Alekseev

The article provides a simulation model for estimation of the thyristor frequency converter for the induction crucible furnace in MATLAB with the Simulink expansion pack. The model has original blocks which allow for investigation of the electromagnetic and thermal processes, taking into account the load changes under induction heating of steel.

Keywords: simulation, thyristor frequency converter, induction crucible furnace

ОПТИМИЗАЦИЯ ВТОРИЧНОГО ЭЛЕМЕНТА ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ЛИНЕЙНОГО ВЕНТИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Э.О. Тимашёв, Д.А. Чирков, Н.В. Шулаков, А.Д. Коротаев

Представлены результаты исследования зависимости тягового усилия цилиндрического линейного вентильного двигателя от конструкции его вторичного элемента. Исследование проводилось на модели двигателя, построенной в программном пакете ANSYS Maxwell, расчёт магнитного поля в которой ведётся методом конечных элементов.

Ключевые слова: цилиндрический линейный вентильный двигатель, тяговое усилие, моделирование

CYLINDRICAL LINEAR ELECTRONIC MOTOR SLIDER OPTIMIZATION

E.O. Timashev, D.A. Chirkov, N.V. Shulakov, A.D. Korotaev

The article presents the results of investigations into dependence of the tractive force in the cylinder linear electronic motor on the slider construction. The investigation was focused on the model of the motor designed using the program pack ANSYS Maxwell, where calculations of the magnetic field were conducted by the finite element method.

Keywords: cylindrical linear electronic motor, tractive force, modeling

ПОДХОД К ЧИСЛЕННОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В СТАРТЕРНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯХ

С.К. Гнутов, О.В. Раецкая

Представлен подход к численному моделированию физических полей стартерных двигателей методом конечных элементов. Рассмотрены варианты решения систем нелинейных уравнений для получения модели электростартерного пуска. Стартерные электродвигатели отличаются друг от друга в основном устройством и размещением в них элементов, расположенных за пределами активной части электродвигателей. Продемонстрирована тесная междисциплинарная связь изучаемых дисциплин в военном образовательном учреждении: математика-физика; математика-электротехника; математика-электротехника-информатика.

Ключевые слова: стартерный электродвигатель, метод конечных элементов, численное моделирование, магнитное поле, физические поля

AN APPROACH TO NUMERICAL MODELING OF PHYSICAL FIELDS IN STARTER ELECTRIC MOTORS

S.K. Gnutow, O.V. Raetskaya

This paper presents an approach to numerical modeling of physical fields of starter engines using the finite element method. The options for solving the systems of nonlinear equations are considered in order to obtain a model for electrostatic launch. The starter motors differ from each other mainly in the design and placement of elements located outside the active part of the electric motors. A close interdisciplinary relationship of the studied disciplines in the military educational institution is demonstrated: mathematics and physics; mathematics and electrical engineering; mathematics, electrical engineering and computer science.

Keywords: a starter electric motor, the finite element method, numerical modeling, magnetic field, physical field.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ СИНХРОННОГО ТЯГОВОГО ГЕНЕРАТОРА ТЕПЛОВОЗА ТЭП-70

И.А. Менщиков, С.И. Баташов

Приведены результаты оценки технического состояния тяговых генераторов пассажирского тепловоза серии ТЭП-70 с повышенным отработанным ресурсом. Проблемы оценки надежности тяговых генераторов магистрального пассажирского тепловоза серии ТЭП-70 на железнодорожном транспорте с повышенным отработанным ресурсом предлагается решать с помощью имитационного моделирования в пакете MATLAB & SIMULINK. Имитационное моделирование базируются на использовании математических моделей электрических машин трехфазного переменного тока и выбранных наиболее информативных контролируемых параметров функционирования тягового генератора.

Ключевые слова: пассажирский тепловоз, тяговый синхронный генератор, моделирование

AN AUTOMATED DIAGNOSTIC SYSTEM FOR THE SYNCHRONOUS TRACTION GENERATOR OF THE DIESEL LOCOMOTIVE TEP-70

I.A. Menshchikov, S.I. Batashov

The article presents the estimations concerning the technical condition of traction generators of the passenger locomotive series TEP-70 with the increased service life. The problems with estimation of reliability of traction generators in the main passenger locomotive of the TEP-70 series at the railway transport having an increased fulfilled resource are offered to be solved by means of the simulation modeling using the Matlab & SIMULINK package. The simulation modeling is based on the mathematical models to electric machines of three-phase alternating current and most informative controlled parameters of the traction generator.

Keywords: passenger locomotive, traction synchronous generator, modeling

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ЯЧЕЕК ДЛЯ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ ДАТЧИКОВ

Д.И. Артюхов, И.Н. Бурмистров, И.И. Артюхов

В настоящее время сбор энергии является новой темой, которая все больше интересует исследователей в области электроники. Она основана на сборе очень небольших количеств энергии из окружающей среды с использованием небольших преобразователей. Собранная энергия используется для питания цепей с низким энергопотреблением, таких как беспроводные датчики. В статье представлена система питания датчиков, в которой термоэлектрохимические элементы используются для преобразования теплоты в электрическую энергию.

Ключевые слова: сбор энергии, термоэлектрохимическая ячейка, повышающий преобразователь постоянного тока, беспроводные датчики

APPLICATION OF THERMAL ELECTROCHEMICAL CELLS TO POWER SUPPLY THE WIRELESS SENSORS

D.I. Artyukhov, I.N. Burmistrov, I.I. Artyukhov

Currently, power generation is an emerging and challenging topic for researchers working in the field of electronics. It is based on generation of very small amounts of energy from the environment using small scale transducers. The generated energy is used to feed low power circuits such as wireless sensors. This paper presents a system to the sensor power supply where the thermo-electrochemical cells are used to convert heat into electrical energy.

Keywords: energy generation, thermo-electrochemical cell, step-up DC-DC converter, wireless sensors

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА ПЛАВКИ ГОЛОЛЕДА НА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Н.Ю. Шевченко, Г.Г. Угаров, С.Н. Кириллова, О.И. Елфимова

Для успешного проведения плавки гололеда необходимо определять расчетные параметры режимов плавки гололеда для конкретных климатических условий. Проведено аналитическое и графоаналитическое исследование влияния температуры воздуха, скорости и направления ветра при различной толщине стенки гололеда на максимально допустимы, токи плавки гололеда заданной длительности, на токи профилактического обогрева для проводов марки АС различных сечений воздушной линии электропередачи напряжением 110 кВ.

Ключевые слова: воздушные линии электропередачи, плавка гололеда, параметры режимов плавки гололеда

ANALYSIS OF PARAMETERS TO THE ICE-MELTING MODE IN OVERHEAD POWER TRANSMISSION LINES

N.Yu. Shevchenko, G.G. Ugarov., S.N. Kirillova, O.I. Elfimova

For successful ice melting it is necessary to determine the design parameters of ice melting modes for specific climatic conditions. The authors conducted an analytical and graphic-analytical study relating the influence of the air temperature, wind speed and direction at different ice wall thickness on the maximum permissible currents, ice melting currents of a given duration, on the currents of preventive heating for steel-aluminum wires of various diameters of overhead power lines with the voltage of 110 kV.

Keywords: overhead power transmission lines, ice melting, the parameters of the modes of fusion of ice

ОЦЕНКА ПРИОРИТЕТНОСТИ РЕМОНТА ЛЭП НА ОСНОВЕ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО АНАЛИЗА С УЧЕТОМ РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ

Д.А. Глухов, Г.Г. Угаров

Согласно действующим требованиям законодательства при рассмотрении заявки на вывод в ремонт ЛЭП с целью принятия решения ее нужно согласовать с системным оператором ЕЭС России, который должен учитывать техническое состояние ЛЭП. Однако в связи с отсутствием возможности объективно оценить техническое состояние, а также качество ремонта ЛЭП на сегодня назрела необходимость создания методики оценки рисков отказа ЛЭП с целью планирования и режимной подготовки ремонтных работ. В статье предложена такая методика, учитывающая интенсивность отказов ЛЭП, степень влияния ЛЭП на электроэнергетический режим энергосистемы, среднюю длительности нахождения ЛЭП в ремонте. Методика апробирована на примере энергосистемы Саратовской области.

Ключевые слова: приоритетность ремонта ЛЭП, риск отказа ЛЭП, ремонтпригодность ЛЭП

PRIORITY ASSESSMENT OF THE POWER LINES REPAIR BASED ON RISK-ORIENTED ANALYSIS WITH ACCOUNT FOR MAINTAINABILITY FACTOR

D.A. Glukhov, G.G. Ugarov

According to the present-day legal requirements, when considering an application for the repair work of an overhead power line, in order to make a decision relating the approval of the work, the system operator of the UPS of Russia must take into account the technical condition of the power line. However, due to the lack of opportunity to objectively assess the technical condition, as well as the quality of repair of the power line, there is a need to create a methodology for assessing the risks of failures in the power lines with the purpose of planning and pre-arrangement of the repair work. The authors have proposed a methodology which takes into account the intensity of failures in the power lines, the degree of influence of the power lines on the electric power mode in the power system, and the average time span needed for the repair works. The methodology was tested in relation to the power system in Saratov region.

Keywords: priority of repair of the power lines, risk of failure of the power lines, maintainability of the power lines

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ГИБРИДНЫХ СОЛНЕЧНО-ДИЗЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УДАЛЕННЫХ СЕЛЬСКИХ РАЙОНОВ

И.И. Артюхов, Г.Н. Тулепова, С.В. Молот

Одной из наиболее актуальных проблем электроэнергетики является электроснабжение объектов, находящихся на значительном удалении от централизованных электрических сетей. Эта проблема решается, главным образом, за счет применения дизель-генераторов. Однако значительный расход дизельного топлива, необходимость его доставки сложными транспортными схемами в тяжелых метеорологических условиях резко увеличивают себестоимость электроэнергии. При этом качество электроэнергии, вырабатываемой дизель-генераторами, во многих случаях не соответствует требованиям нормативных документов, что приводит к нарушению работоспособности электрооборудования, снижает срок его службы, вносит дополнительный дискомфорт в тяжелые условия жизни на удаленных поселениях.

Современные тенденции построения систем электроснабжения удаленных районов предусматривают интенсивное использование возобновляемых источников энергии. При этом из-за множества факторов географического, климатического, этнического характера возникает большое количество вариантов реализации проекта гибридного электроснабжения. В статье анализируется опыт создания и внедрения гибридных комплексов различного назначения. Предлагается вариант построения гибридного солнечно-дизельного комплекса, который может быть применен для автономного электроснабжения удаленного сельского поселения, в составе которого имеются не только жилые постройки, но и некоторая производственная база.

Ключевые слова: гибридная система электроснабжения, дизель-генератор, солнечные панели, качество электроэнергии.

CHARACTERISTICS OF THE SOLAR-DIESEL HYBRID SYSTEMS FOR AUTONOMOUS POWER SUPPLY OF REMOTE RURAL AREAS

I.I. Artyukhov, G.N. Tulepova, S.V. Molot

One of the most pressing problems in the power industry is the power supply of consumers residing at a considerable distance from the centralized electrical networks. This problem is commonly solved through application of diesel generators. However, these generators are characterized for large fuel consumption, and with poor transportation system under severe meteorological conditions the price for electricity grows up significantly. At the same time, the quality of power produced by diesel generators, in the majority of cases does not meet the requirements of regulatory documents, which leads to disruption of electrical equipment, reduces its service life, introduces additional discomfort into tough living conditions in the out settlements.

The current trends in the construction of power supply systems in the remote areas provide for an intensive use of renewable energy sources. At the same time, due to multitude geographical, climatic, and ethnic factors, a large number of options for implementation of a hybrid power supply system arise. The article analyzes the experience in creating and implementing hybrid plants for various purposes. Additionally, the article proposes a variant of a hybrid solar-diesel plant for autonomous power supply of remote rural settlements including not only residential buildings but also some production facilities.

Keywords: hybrid power system, diesel generator, solar panels, voltage quality

РАЗРАБОТКА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Е.Е. Миргородская, Н.П. Митяшин, Ю.Б. Томашевский, В.А. Колчев, Т.А. Веткасова

Приведена схема и описана теория работы импульсного преобразователя для питания двух независимых или функционально связанных нагрузок, в том числе многоуровневых инверторов в системах электроснабжения на основе возобновляемых источников энергии. Результаты математического моделирования свидетельствуют об эффективности предложенного принципа построения схем импульсных преобразователей для систем интеллектуальной энергетики.

Ключевые слова: инвертор, выходное напряжение, импульсный преобразователь, математическая модель

DEVELOPMENT OF DC CONVERTERS FOR INTELLIGENT POWER SYSTEMS

Е.Е. Mirgorodskaya, N.P. Mityashin, Yu.B. Tomashevsky, V.A. Kolchev, T.A. Vetkasova

The article describes a scheme and a theory of operation of an impulse converter for powering two independent or functionally connected loads, including multilevel inverters in power supply systems based on renewable energy sources. The results of mathematical modeling indicate the effectiveness of the proposed principle of designing the schemes of impulse converters for intelligent energy systems.

Keywords: inverter, output voltage, impulse converter, mathematical model

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ БАЗАЛЬТОВЫХ НИТЕЙ

Ю.А. Кадыкова, С.Г. Калганова, С.В. Арзамасцев, Е.Ю. Васинкина, В.С. Алексеев

Выявлено влияние электрофизических методов активации поверхности базальтовых нитей разных производителей. Доказано, что физико-химические и механические характеристики базальтопластиков зависят от количества наносимого на нить замасливателя и от его состава (олеофильный или олеофобный), что следует учитывать при формировании полимерматричных композитов с требуемыми показателями.

Ключевые слова: базальтовые нити, фенолформальдегидный олигомер, смесь мономеров, модификация нитей, СВЧ обработка, обработка лазером

ELECTROPHYSICAL MODIFICATION OF BASALT THREADS

Yu.A. Kadykova, S.G. Kalganova, S.V. Arzamastsev, E.Yu. Vasinkina, V.S. Alekseev

The influence of electrophysical methods of activating the surfaces of basalt threads manufactures by different producers is revealed. It is proved that the physical and chemical, as well as mechanical characteristics of basalt fiber reinforced polymers depend on the quantity of the oil agent applied for the thread and its structure (oleophilic or oleophobic) that it is important to consider when forming the polymer-matrix composites with the required indicators.

Keywords: basalt threads, phenol formaldehyde oligomer, mixture of monomers, modification of threads, microwave processing, laser processing

ВОЗДЕЙСТВИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПО ВЕЛИЧИНЕ УДАРНЫХ НАГРУЗОК НА МОДИФИЦИРОВАННЫЕ В СВЧ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ ТРЕХСЛОЙНЫЕ КОНСТРУКЦИИ НА ОСНОВЕ ОТВЕРЖДЕННЫХ УГЛЕПЛАСТИКОВ

И.В. Злобина

В настоящее время значительная часть элементов несущих конструкций и обшивки летательных аппаратов различного назначения изготавливается из армированных волокнами полимерных композиционных материалов (ПКМ). При этом особое внимание уделяется углепластикам. В структуру несущих конструкций включаются металлические элементы в виде сеток сотовых промежуточных слоев, что повышает несущие

способности изделия, но и создает дополнительные концентраторы напряжений. При эксплуатации воздушных транспортных систем велика вероятность воздействия на их силовые конструкции и обшивку ударных нагрузок, инициированных столкновением с твердым телом. Выполнены исследования восприятия ударной нагрузки трехслойными образцами из отвержденных углепластиков с промежуточными сотовыми элементами после их обработки в СВЧ электромагнитном поле. Установлено, что трехслойные конструкции поглощают часть ударного импульса и не передают его полностью последующим элементам. Кратковременная обработка углепластиков с сотовыми элементами в СВЧ электромагнитном поле способствует улучшению демпфирующих свойств в среднем на (72-98)% в зависимости от величины ударного воздействия. Полученные результаты свидетельствуют о повышении прочности механических связей ПКМ с металлическими элементами, а также об изменении структуры матрицы после воздействия СВЧ электромагнитного поля, и могут быть использованы при разработке технологий финишной обработки сформированных и отвержденных изделий из ПКМ для повышения устойчивости последних к ударным нагрузкам.

Ключевые слова: динамическая прочность, ударное нагружение, твердое тело, демпфирование, сила удара, сотовые металлические элементы, трехслойные структуры, СВЧ электромагнитное поле, углепластики

THE IMPACT OF DIFFERENT MAGNITUDE OF IMPACT LOADS ON MODIFIED IN A MICROWAVE ELECTROMAGNETIC FIELD OF A THREE-LAYER STRUCTURE ON THE BASIS OF CURED CARBON FIBER REINFORCED PLASTICS

I.V. Zlobina

Currently, a significant part of the elements of the bearing structures and cladding of aircraft for various purposes is made of fiber-reinforced polymer composite materials (PCM). In this case, special attention is paid to carbon fiber. The structure of the supporting structures includes metal elements in the form of grids of cellular intermediate layers, which increases the bearing capacity of the product, but also creates additional stress concentrators. When operating air transport systems, there is a high probability of impact on their power structures and the skin of shock loads initiated by a collision with a solid body. The studies of shock load perception by three-layer samples of hardened carbon fiber with intermediate honeycomb elements after their processing in the microwave electromagnetic field are carried out. It is established that three-layer structures absorb part of the shock pulse and do not transmit it completely to subsequent elements. Short-term processing of carbon plastics with cellular elements in the microwave electromagnetic field improves the damping properties on average by (72-98)% depending on the magnitude of the impact. The obtained results indicate an increase in the strength of mechanical bonds of PCM with metal elements, as well as a change in the structure of the matrix after exposure to microwave electromagnetic field, and can be used in the development of technologies for finishing formed and cured PCM products to increase the resistance of the latter to shock loads.

Keywords: dynamic strength, impact loading, rigid body, damping, force of impact, the cellular metallic elements, three-layer structure of a microwave electromagnetic field, carbon fiber

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ СБОРКИ И НАСТРОЙКИ ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПРИ РЕЗАНИИ МЕТАЛЛОВ

С.И. Агапов, А.Ф. Толстяков, О.Ф. Корпелянский

Рассмотрены вопросы рациональных условий сборки и настройки пьезокерамических преобразователей, применяемых при лезвийной обработки материалов.

Ключевые слова: пьезокерамические преобразователи, ультразвуковые колебания, зубофрезерование, зубодолбление

DETERMINATION OF RATIONAL CONDITIONS FOR ASSEMBLY AND ADJUSTMENT OF PIEZOCERAMIC TRANSDUCERS WHEN CUTTING METALS

S.I. Agapov, A.F. Tolstyakov, O.F. Korpelyanskiy

The paper discusses the issues of rational conditions for the assembly and adjustment of piezoceramic transducers used in blade processing of materials.

Keywords: piezoceramic transducers, ultrasonic vibrations, gear milling, gear shapin

УСТАНОВКА СВЧ СУШКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ В ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ

Б.К. Сивяков, С.В. Григорьян

Предложен вариант СВЧ установки с круговым движением сельхозпродуктов через совокупность желобковых волноводов, реализующей циклическую технологию сушки сельхозпродуктов. Это позволяет повысить эффективность сушки при относительно малых габаритах установки и снизить потребление электроэнергии, что важно для фермерских хозяйств.

Ключевые слова: установка циклической СВЧ сушки сельскохозяйственной продукции, круговое движение продукта в СВЧ поле, желобковые волноводы, встречное движение потоков СВЧ энергии в волноводах, анализ потерь энергии в продукте

INSTALLATION OF MICROWAVES FOR DRYING AGRICULTURAL PRODUCTS BY FARMING ENTERPRISES

B.K. Sivyakov, S.V. Grigoryan

The article presents an option for a microwave installation with a circular motion of agricultural products through a set of groove type waveguides to implement a cyclic technology of drying agricultural products. This technology increases the drying efficiency under relatively small dimensions of the installation, and allows for reducing electricity consumption, which is important for farming enterprises.

Keywords: installation of a cyclic microwave dryer of agricultural products, circular movement of the product in the microwave field, groove type waveguides, counter movement of the microwave energy flows in the waveguides, analysis of energy loss in the product

СВЧ УСТАНОВКА ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ ЦЕОЛИТОВ

К.Н. Огурцов, И.Н. Антонов, А.В. Бурков, В.С. Семочкин, А.Ю. Симаганов

Представлен опыт разработки установок и методов регенерации сорбентов в устройствах подготовки импульсного газа.

Ключевые слова: СВЧ диэлектрический нагрев, цеолит, регенерация, адсорбция, десорбция

MICROWAVE DEVICE FOR THE REGENERATION OF ZEOLITES

K.N. Ogurtsov, I.N. Antonov, A.V. Burkov, V.S. Semochkin, A.Yu. Simaganov

The article presents an experience relating the development of devices and methods for regeneration of sorbents in the devices for instrument gas preparation.

Keywords: microwave dielectric heating, zeolite, regeneration, adsorption, desorption

ПРИМЕНЕНИЕ СВЧ ЭНЕРГИИ ДЛЯ НАГРЕВА ЖИДКОСТИ В ПОТОКЕ

В.О. Юдина, Ю.С. Архангельский

Рассматривается применение СВЧ энергии в технологических процессах термообработки жидкости с целью исследования истории, состояния и перспектив термообработки в СВЧ электромагнитном поле жидкости в потоке. История

термообработки жидкости в потоке с помощью СВЧ энергии рассмотрена как составная часть истории СВЧ диэлектрического нагрева. Оценены результаты проведённых исследований и разработок в области СВЧ нагрева жидкостей в потоке, определены перспективы научных исследований и практического применения СВЧ нагрева жидкостей в потоке.

Показано, что началу исследований и разработок в области СВЧ нагрева диэлектриков послужили успехи электроники в освоении диапазона сверхвысоких частот и успешное применение СВЧ электромагнитных колебаний в радиолокации. Большое внимание к применению СВЧ энергии в технологических процессах проявили специалисты в области технологий пищевых производств, потому что к середине XX в. возможности интенсификации процессов в пищевой промышленности, в приготовлении пищи были практически исчерпаны, а применение СВЧ энергии открывало в этом отношении новые перспективы, в том числе и для пастеризации молока, столь распространенного пищевого продукта. Промышленные объемы термообработки молока требуют осуществлять нагрев в потоке. Были разработаны методы проектирования СВЧ пастеризаторов, установок для сушки и нагрева различных пищевых продуктов и других диэлектриков, разработаны и испытаны конструкции СВЧ пастеризатора молока в потоке, бытовой СВЧ печи и различных типов СВЧ электротермических установок для различных отраслей промышленности. С переходом к рыночным отношениям объемы исследований и разработок в области СВЧ электротермии существенно сократились.

Сейчас основное внимание уделяется исследованиям и разработкам в области нетепловой СВЧ модификации диэлектриков, в том числе и жидкостей в потоке. Этот эффект был установлен в годы изучения влияния СВЧ электромагнитных колебаний на микроорганизмы в молоке, а позднее он был обнаружен и в других полимерах неживой природы.

Пока исследовалось применение СВЧ энергии для обработки ньютоновских жидкостей. Рассмотрены вопросы движения в транспортных каналах СВЧ электротехнологических установок неньютоновских жидкостей, так как применение СВЧ энергии дает возможность уменьшить вязкость этих сред, то есть получить жидкие среды, протекающих в транспортных каналах с большей скоростью. Оценены перспективы СВЧ нагрева неньютоновских жидкостей в потоке.

Ключевые слова: СВЧ диэлектрический нагрев, СВЧ электротехнологические установки, пищевые технологии, СВЧ нагрев жидкости в потоке, СВЧ пастеризация молока, нетепловая СВЧ модификация жидкостей в потоке, ньютоновские и неньютоновские жидкости

USING THE MICROWAVE ENERGY FOR HEATING THE FLUID FLOW

V.O. Yudina, Yu.S. Arkhangelskyi

Application of the microwave energy in technological processes related with heat treatment of fluids is considered with the aim to research the history, status and possibilities of heating the flow of fluids in the microwave electromagnetic field. The history of heat treatment of the fluid flow using the microwave energy is considered as an integral part of the history of microwave dielectric heating. The results of the research and development in the field of microwave heating of flowing fluids are estimated. The prospects for scientific research and practical application of the microwave heating of flowing fluids are determined.

It is shown that the starting point for the research and development in the field of microwave heating of dielectrics was a success achieved in investigating the range of ultra-high frequencies and successful application of microwave electromagnetic waves in the radar area. Particular emphasis to application of microwave energy in technological processes was made by the experts in the field of food production technologies, since by the middle of XX century the possibilities to enhance the processes in the food industry and cooking operations have been practically through. Meanwhile, usage of the microwave energy has opened up new perspectives, including a possibility to pasteurize milk that is a commonly used food product. Industrial-scale

heat treatment of milk requires heating the flowing fluids. The methods for designing microwave pasteurizers, installations for drying and heating various food products and other dielectrics were developed. The design of a microwave pasteurizer for milk flows, a household microwave oven, and various types of microwave electrothermal installations for various industries were developed and tested. With transition to the market economy, the number of research and developments in the field of microwave electrothermy has significantly reduced.

Currently, the focus is placed on research and development in the field of non-thermal microwave modification of dielectrics, including flow of fluids. This effect was established during the studies of microwave electromagnetic waves on milk microorganisms, and later it was found in other polymers of inanimate nature.

So far, the research has been made into application of the microwave energy for treating the Newtonian fluids. The issues of movement of non-Newtonian fluids in the transport channels of microwave electrical technology installations have been considered, since the usage of microwave energy makes it possible to reduce the viscosity of these media, i.e. to obtain the fluid media flowing along the transport channels at greater speed. The prospects for microwave heating of non-Newtonian flow of fluids are estimated.

Keywords: microwave dielectric heating, microwave electrotechnological installations, food technology, microwave heating of the fluid flow, microwave pasteurization of milk, nonthermal microwave modification of flowing fluids, the Newtonian and non-Newtonian fluids

ОПТИМИЗАЦИЯ ВТОРИЧНОГО ЭЛЕМЕНТА ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ЛИНЕЙНОГО ВЕНТИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Э.О. Тимашёв, Д.А. Чирков, Н.В. Шулаков, А.Д. Коротаев

Представлены результаты исследования зависимости тягового усилия цилиндрического линейного вентильного двигателя от конструкции его вторичного элемента. Исследование проводилось на модели двигателя, построенной в программном пакете ANSYS Maxwell, расчёт магнитного поля в которой ведётся методом конечных элементов.

Ключевые слова: цилиндрический линейный вентильный двигатель, тяговое усилие, моделирование

CYLINDRICAL LINEAR ELECTRONIC MOTOR SLIDER OPTIMIZATION

E.O. Timashev, D.A. Chirkov, N.V. Shulakov, A.D. Korotaev

The article presents the results of investigation into dependence of cylindrical linear electronic motor tractive force on the slider construction. The investigation related the motor model built in the program pack ANSYS Maxwell, which calculates the magnetic fields using the finite element method.

Keywords: cylindrical linear electronic motor, tractive force, modeling

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРИБОРОВ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОВОЗА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА СЕРИИ ВЛ-80

И.А. Менщиков

Представлены результаты исследования в области повышения эффективности функционирования регистратора параметров движения и автоведения грузового электровоза серии ВЛ-80с. Технический результат достигается тем, что регистратор параметров движения и автоведения электровоза РПДА-Э, содержащий датчик пути и скорости, датчики давления и датчик текущего времени, в отличие от оригинальной конструкции дополнительно содержит искусственную нейронную сеть, блок обработки

входных параметров, вычислитель с подключенными к нему клавиатурой, блоком индикации, съемным блоком накопления информации и с подключенными через информационную шину тремя блоками преобразователей, датчиками тока, напряжения и датчиком момента вращения якоря тягового двигателя, при этом съемный блок накопления информации через блок сопряжения соединен с персональным компьютером, а вместо датчиков пути и скорости используется динамическая искусственная нейронная сеть.

Ключевые слова: электроподвижной состав, контроль, нейросетевой наблюдатель скорости электровоза, приборы безопасности электровоза

UPGRADING EFFICIENCY OF THE SAFETY DEVICES IN THE ELECTRIC ALTERNATING CURRENT TRANSMISSION LINE OF THE VL-80S SERIES

I.A. Menshikov

The results of the research into improving efficiency of the recording system of the motion parameters and auto-driving of the cargo electric locomotive of the VL-80s series are presented. The technical result is achieved by the fact that the recorder of the motion parameters and auto-driving of an electric locomotive (RPDA-e), containing a path and speed sensor, pressure sensors and a current time sensor, in contrast to the original design, additionally contains an artificial neural network (ins), an input parameter processing unit, a calculator with a keyboard connected to it, an indication unit, a removable information storage unit, and three blocks of converters connected via an information bus, current, voltage sensors and a torque sensor traction motor anchors. In this case, the removable data storage unit through the interface unit is connected to the personal computer, and a dynamic artificial neural network is used instead of the path and velocity sensors.

Keywords: electric rolling stock, control, neural network observer of electric locomotive speed, electric locomotive safety devices

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ СИНХРОННОГО ТЯГОВОГО ГЕНЕРАТОРА ТЕПЛОВОЗА СЕРИИ ТЭП-70

И.А. Менщиков

Представлены результаты исследования в области повышения эффективности диагностирования синхронного тягового генератора тепловоза серии ТЭП-70. Технический результат достигается тем, что решение задач автоматизации контроля технического состояния электрооборудования электровоза удобно выполнять с помощью алгебраических методов, которые базируются на использовании информации, содержащейся в различных сочетаниях бинарных значений признаков, спектрального и кепстрального анализа тока в трехфазной цепи обмотки статора синхронного тягового генератора тепловоза. Это позволяет обходиться малыми выборками и обеспечивать высокую надежность распознавания.

Ключевые слова: пассажирский тепловоз ТЭП-70, диагностика синхронного тягового генератора, спектральный и кепстральный анализ тока трехфазной обмотки статора, надежность подвижного состава

DEVELOPMENT OF THE SYSTEM OF TECHNICAL DIAGNOSTICS FOR THE SYNCHRONOUS TRACTION GENERATOR OF THE TEP-70 LOCOMOTIVE

I.A. Menshikov

The article deals with the results of the research into improving the diagnosing efficiency of the synchronous traction generator locomotive of the series TEP-70. The technical result is achieved by the fact that solution to the problems of automation and control of the technical condition of electric locomotive equipments is performed with the help of algebraic methods, which are based on the data contained in the various combinations of binary values of the spectral and cepstral analysis of the current in the three-phase circuit of the stator winding in the

synchronous traction generator of the locomotive. This makes it possible to manage with small samples and provide high recognition reliability.

Keywords: passenger locomotives TEP-70, diagnostics of the synchronous traction generator, spectral and cepstral analysis of the three phase current of the stator winding, reliability of the rolling stock

ОЦЕНКА ВКЛАДА ПОТРЕБИТЕЛЕЙ В УХУДШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Я.Э. Шклярский, Ю.В. Растворова, И.С. Петров

Приведено обоснование необходимости дальнейшей разработки методов, позволяющих однозначно выявить потребителей, вносящих определяющий вклад в ухудшение показателей качества электроэнергии в системах электроснабжения предприятий. Предложен новый метод, обладающий однозначностью, что отличает его от известных методов. Показано, что метод не зависит от точности измерений. Положения, представленные в статье, подтверждаются результатами имитационного моделирования. В основе метода лежит принцип изменения входного сопротивления системы, осуществляемый посредством варьирования сопротивления обмоток трансформатора, что может быть реализовано с помощью устройства регулирования под нагрузкой. Показаны перспективы применения метода для определения вклада отдельных потребителей в процентном соотношении в изменение показателей качества электроэнергии системы электроснабжения предприятий.

Ключевые слова: высшие гармоники, нелинейная нагрузка, гармонические искажения, качество электрической энергии

ESTIMATING CONSUMERS' CONTRIBUTION TO DETERIORATION OF ELECTRIC POWER QUALITY INDICATORS

Y.E. Shklyarskiy, Iu.V. Rastvorova, I.S. Petrov

The article presents the rationale for further development of the methods that uniquely identify consumers who dominantly contribute to deterioration of electric power quality indicators in the power supply systems of enterprises. A new unambiguous method is proposed that is different from the commonly used methods. It is shown that the new method does not depend on the accuracy of measurements. The statements presented in the article are confirmed by the results of computer simulation. The method is based on the principle of changing the input impedance of the system, which is carried out by varying the resistance of the transformer windings, and can be implemented using the on-load tap-changer. The prospects for applying the given method to determine the contribution of individual consumers in changing the quality indicators in the electric power supply system of enterprises in terms of percentage correlation are shown.

Keywords: harmonics, non-linear load, harmonic distortion, electric power quality

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ОТВЕРЖДЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СВЧ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

И.В. Злобина, Н.В. Бекренев, К.С. Бодягина

Разработаны физические и феноменологические модели изменения микроструктуры полимерных композиционных материалов (ПКМ) под действием СВЧ электромагнитного поля и выполнена их визуализация в виде двумерных и трехмерных компьютерных моделей межфазного слоя «матрица-волокно». Трехмерная модель элементарной ячейки была построена в виде параллелепипеда, заполненного матрицей с размещенным в среднем сечении волокном. Отношение поперечного размера к продольному принято 1:5 и 1:50. В качестве модели межфазного слоя приняты продольные ребра матрицы,

контактирующие с поверхностью волокна. На основе анализа электронных микрофотографий ПКМ, свидетельствующих о увеличении элементов микроструктуры в матрице и межфазном слое после воздействия СВЧ электромагнитного поля, предложено в качестве модели указанных изменений увеличение количества контактных ребер в элементарной ячейке. По результатам моделирования напряженно-деформированного состояния элементарной ячейки в программной среде Comsol констатировано увеличение модуля Юнга и напряжений Мизеса в матрице после воздействия СВЧ электромагнитного поля соответственно на 25,8 и 24,6%, что удовлетворительно совпадает с результатами эксперимента. При этом указанные параметры волокна не изменились, межфазного слоя увеличились незначительно (на 7,6%). На основе выполненных исследований предложено в качестве одного из механизмов упрочнения в СВЧ электромагнитном поле отвержденных ПКМ преимущественное увеличение модуля упругости и предельных напряжений материала матрицы в сочетании с ростом количества областей контакта матрицы с поверхностью волокна вследствие уменьшения размеров агломератов и возрастания их количества.

Ключевые слова: микроструктура, СВЧ электромагнитное поле, матрица, армирующее волокно, межфазный слой, компьютерное моделирование, элементарная ячейка, контактные области межфазного слоя

COMPUTER SIMULATION OF STRUCTURAL CHANGES IN THE CURED POLYMERIC COMPOSITE MATERIALS UNDER THE INFLUENCE OF THE MICROWAVE ELECTROMAGNETIC FIELD

I.V. Zlobina, N.V. Bekrenev, K.S. Bodyagina

Physical and phenomenological models of changes in the microstructure of polymer composite materials (PCM) under the impact of the microwave electromagnetic field are developed and visualized in the form of two-dimensional and three-dimensional computer models of the matrix-fiber interphase layer. The three-dimensional model of the unit cell was built in the form of a parallelepiped filled with a matrix with a fiber placed in the middle section. The ratio of the transverse to the longitudinal size is 1:5 and 1: 50. As a model of the interfacial layer, the longitudinal edges of the matrix contacting the fiber surface are accepted. Based on the analysis of electronic microphotographs PCM, indicating an increase in the microstructure elements in the matrix and the interfacial layer after exposure to the microwave electromagnetic field, as a model of these changes it is proposed to increase the number of contact edges in the unit cell. According to the results of modeling the stress-strain state of the unit cell in the Comsol software environment, an increase in the Young's modulus and the von Mises stresses in the matrix after the impact of the microwave electromagnetic field was found as 25.8% and 24.6%, respectively, which coincides with the results of the experiment. In this case, the specified fiber parameters have not changed, whereas the interfacial layer parameters have slightly increased (by 7.6%). Based on the performed research, it is suggested, as one of the mechanisms of hardening in the microwave electromagnetic field of the cured PCM, to primarily increase the elastic modulus and ultimate stresses of the matrix material in combination with an increase in the number of contact areas in the matrix with the fiber surface due to decreasing the size of the agglomerates and increasing their number.

Keywords: microstructure of the microwave electromagnetic field, matrix, reinforcing fiber, an interphase layer, computer simulation, a unit cell, the contact area of the interfacial layer

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЕДИНЕНИЙ КРЕМНИЯ

Т.Н. Клеймёнова, О.В. Раецкая

Производится анализ сфер использования соединений кремния в полупроводниковой технике и как средства противопожарной защиты в авиации. Представленный материал можно использовать при изучении курсов «Химия», «Экология» и «Информатика» в военном вузе.

Ключевые слова: кремний, электротехнические и конструкционные материалы, полупроводники, кремниевые оптические компоненты, космическая техника

UTILIZATION OF SILICON CONNECTIONS

T.N. Kleimenova, O.V. Raetskaya

The article analyzes utilization of silicon compounds in the semiconductor technology and as a means of fire protection in aviation. The presented material can be used in the study of chemistry, ecology and informatics courses in military universities.

Keywords: silicon, electrical and structural materials, semiconductors, silicon optical components, space technology

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДУГОВЫМ ПЕРЕПЛАВОМ

Д.А. Давыдов, А.В. Попов

Рассмотрены вопросы применения в системах интеллектуального управления установками дугового переплава, алгоритмов ГОСТ Р 52633.5. Определены основные принципы применения ИСУ, предложена методика увеличения каналов получения объективной информации состояния ДСП. Предложены варианты оптимизации процесса дугового переплава стали.

Ключевые слова: интеллектуальные системы, управление, дуговой переплав

USING INTELLIGENT SYSTEMS TO CONTROL THE ARC REMELT PROCESSES

D.A. Davidov, A.V. Popov

The article considers the issues relating application of arc remelting algorithms GOST R 52633.5 in intelligent control systems. The basic principles of application of intelligent control systems have been defined, and a method for increasing the channels of obtaining unbiased information relating the state of arc melting has been proposed. The variants needed for optimization of arc remelting processes of steel are suggested.

Keywords: intelligent, systems, control, arc, remelting

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННОГО И СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТАЛИ 16ХСН В ПРОЦЕССЕ ВЫСАДКИ ВИНТОВ С ПОТАЙНОЙ ГОЛОВКОЙ И КРЕСТООБРАЗНЫМ ШЛИЦЕМ

В.В. Галкин, Г.Н. Гаврилов, А.В. Братухин, А.А. Дербенев

Выполнено исследование деформационного и структурно-механического состояния стали 16ХСН в процессе холодной высадки винтов с потайной головкой и крестообразным шлицем. Использована комплексная методика, включающая деформационный анализ методом математического моделирования (DEFORM-3D), микроструктурный анализ и замеры микротвердости в продольных сечениях операционных заготовок. В ходе исследования в объеме головки винтов определены зоны, отличающиеся величиной деформационного упрочнения. Максимальное упрочнение 1115-805 МПа при степени деформации 3,0-2,64 соответствует контактной поверхности толщиной ~ 0,1 мм, переходящей в примыкающую к шлицу зону толщиной ~0,6 мм и имеющую упрочнение 805-705 МПа при степени деформации 2,64-1,32. В остальной части головки упрочнение значительно снижается. Неравномерность деформационного упрочнения подтвердилась структурными изменениями, характеризующимися наибольшим сжатием зерен по контактной поверхности, которое значительно уменьшается в радиальном направлении к боковой поверхности головки и в осевом направлении от основания шлицевого паза. По результатам исследования построена обобщенная кривая упрочнения стали 16ХСН, на основании которой дана оценка

величины касательных напряжений, возникающих от силы трения на контактной поверхности.

Ключевые слова: деформационное упрочнение, легированная конструкционная сталь, высадка винтов с потайной головкой и крестообразным шлицем, контактная поверхность пуансона с материалом, замеры микротвердости, структурные изменения, обобщенные кривые упрочнения

INVESTIGATING THE DEFORMATION AND STRUCTURAL-MECHANICAL CONDITION OF THE 16XCH STEEL IN THE PROCESS OF HEADING THE SCREWS WITH A COUNTERSUNK HEAD AND CROSS-SHAPED SLOT

V.V. Galkin, G.N. Gavrilov, A.V. Bratukhin, A.A. Derbenev

Deformation and structural-mechanical state of the steel 16XCH was investigated in the process of cold heading the screws with a countersunk head and cross-shaped slot. A comprehensive method including the deformation analysis method of mathematical simulation (DEFORM-3D), the micro-structural analysis and micro-hardness measurements in the longitudinal sections of the operating pieces was used. During this study, the zones differing in the amount of deformation hardening were determined in the volume of the screw head. The maximum hardening $1115 \div 805$ MPa at the deformation degree of $3.0 \div 2.64$ corresponds to the contact surface with the thickness at ~ 0.1 mm, passing into the adjacent to the slot zone with the thickness at ~ 0.6 mm and having a hardening of $805 \div 705$ MPa at the deformation degree of $2.64 \div 1.32$. In the rest of the head, the hardening is significantly reduced. The unevenness of the deformation hardening was confirmed by the structural changes, characterized by the greatest compression of grains over the contact surface, which significantly reduces in the radial direction toward the side surface of the head, and in the axial direction from the base of the slot groove. Based on the results of this study, a generalized curve of hardening the 16XCH steel was constructed, which allows for estimating the value of shear stresses arising from the friction force over the contact surface.

Keywords: deformation hardening, alloy structural steel, heading of screws with a countersunk head and cross-shaped slot, contact surface of the punch with the material, micro-hardness measurements, structural changes, generalized hardening curves

ТЕХНОЛОГИЯ ИМПРЕГНАЦИИ ПОРИСТЫХ ПЛАЗМОНАПЫЛЕННЫХ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМАХ НАПЫЛЕНИЯ, ЖИДКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ О.А.

Маркелова, И.П. Гришина

Разработана технология импрегнции пористого плазмонапыленного покрытия под действием ультразвуковых колебаний. Приведены результаты исследований скорости высвобождения жидких компонентов из пористого покрытия в зависимости от структуры самого покрытия и технологических режимов плазменного напыления при его формировании.

Ключевые слова: плазменное напыление, электротехнологический процесс, пористое покрытие, ультразвуковые колебания, импрегнция

IMPREGNATION TECHNOLOGY OF PLASMA-SPRAYED POROUS COATINGS OBTAINED AT VARIOUS MODES OF SPRAYING BY LIQUID SUBSTANCES UNDER THE INFLUENCE OF ULTRASOUND OSCILLATIONS

O.A. Markelova, I.P. Grishina

A technology has been developed for impregnation of plasma-sprayed porous coatings under the influence of ultrasonic vibrations. The results of research into the rate of release of liquid components from porous coatings are presented depending on the structure of the coating and technological modes of plasma spraying during its formation.

Keywords: plasma spraying, electrotechnological process, porous coating, ultrasonic vibrations, impregnation

