

### СВЧ КАМЕРЫ С БЕГУЩЕЙ ВОЛНОЙ ДЛЯ СИНТЕЗА СФЕРИЧЕСКИХ ОКСИДНЫХ НАНОЧАСТИЦ

В.Ю. Кожевников, В.Д. Федотов

Рассмотрена технология получения наночастиц металлов при СВЧ воздействии на коллоидные растворы. Приведены результаты проектирования СВЧ камер бегущей волны, моделирования процесса нагрева в СВЧ электромагнитном поле потока жидкости

Ключевые слова: наночастицы металлов, СВЧ воздействие, моделирование в COMSOL Multiphysics

### TRAVELING WAVE MICROWAVE CHAMBERS FOR THE SYNTHESIS OF SPHERICAL OXIDE NANOPARTICLES

V.Yu. Kozhevnikov, V.D. Fedotov

The article covers the technology used to obtain metal nanoparticles with microwave effects on colloidal solutions. The design outputs describe the microwave chamber with a traveling wave and models of liquid flow heating processes in the microwave electro-magnetic field.

Keywords: metal nanoparticles, microwave exposure, modeling based on COMSOL Multiphysics

### ЭЛЕКТРОПЛАЗМЕННОЕ НАПЫЛЕНИЕ ПОКРЫТИЙ С ПОРИСТОЙ СТРУКТУРОЙ, ЗАПОЛНЯЕМОЙ ЖИДКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ

О.А. Маркелова, В.М. Таран, А.А. Фомин

Определены регрессионные зависимости, описывающие изменение параметров структуры и механических свойств газо-термических покрытий от тока дуги плазмотрона и дистанции напыления. Показано, что при изменении тока в диапазоне от 300 до 400 А и дистанции напыления от 50 до 150 мм общая пористость составила от 14 до 52 %, микротвердость – от 4,4 до 6,8 ГПа и адгезионная прочность – от 7,6 до 14,2 МПа. Установлена величина продолжительности пропитки гидроксиапатитовых покрытий с различной пористостью жидкими лекарственными веществами под действием ультразвуковых колебаний с частотой 22 кГц.

Ключевые слова: электроплазменное напыление, покрытие, гидроксиапатит, ультразвуковые колебания, пропитка

### PLASMA SPRAYING OF COATINGS WITH POROUS STRUCTURES FILLED WITH LIQUID SUBSTANCES

O.A. Markelova, V.M. Taran, A.A. Fomin

The article presents the regression dependencies determined to describe the changes in the structure parameters and mechanical properties of thermal gas coatings related the plasma torch arc current and spraying distance. It is shown that with the current changes ranging from 300 to 400 A and the spraying distance from 50 to 150 mm, the total porosity makes from 14 to 52 %, the microhardness from 4.4 to 6.8 GPa, and adhesive strength from 7.6 to 14. 2 MPa. The duration rate for impregnation of hydroxyapatite coatings with various porosity using liquid medicinal substances under the impact of ultrasonic vibrations with the frequency of 22 kHz has been established.

Keywords: plasma spraying, coating, hydroxyapatite, ultrasonic vibrations, impregnation

### ТРЕНД ВРЕМЕНИ – РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ГЕНЕРАЦИЯ: КАК ОН РЕАЛИЗУЕТСЯ В РОССИИ И КАК ВЛИЯЕТ НА ОТРАСЛЬ

С.В. Смирнова, П.В. Болотов, Д.Е. Петрушин, Д.А. Глухов, М.Г. Попов

Распределённая генерация (РГ) – мировой тренд, активно распространяющийся в России. В отличие от западных стран основным стимулом распространения РГ в России служит стремление собственников промышленных предприятий (ПП) снизить конечную

стоимость электроэнергии. Кроме этого, РГ может успешно решать задачу электроснабжения изолированных и труднодоступных территорий (ИТТ), а также замещения устаревшей и неэффективной генерации. Широкое распространение РГ, в том числе на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ), приводит к необходимости создания перспективных моделей включения РГ в Единую энергетическую систему (ЕЭС).

Ключевые слова: распределенная генерация, ВИЭ, энергоэффективность

DISTRIBUTED GENERATION TRENDING TODAY: ITS IMPLEMENTATION AND EFFECTS IN RUSSIA

S.V. Smirnova, P.V. Bolotov, D.E. Petrushin, D.A. Glukhov, M.G. Popov

Distributed generation is a global trend, which is developing in Russia. Compared to European countries, the driving force for spreading distributed generation in Russia is the tendency expressed by the owners of industrial enterprises to reduce electricity costs. Additionally, distributed generation in Russia can be effective in solving the problem of power supply to the hard-to-reach areas and replacement of obsolete and non-effective generation. Wide spread distributed generation based on renewable energy sources leads to the need to create the target systems integrating distributed generation into the Unified Energy System.

Keywords: distributed generation, renewable energy, energy efficiency

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ЭЛЕКТРОПОЕЗДА СЕРИИ ЭД9Т С ПОМОЩЬЮ НЕЧЕТКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГИБРИДНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

И.А. Менщиков

Представлены результаты исследования в области прогнозирования остаточного ресурса элементов тягового электропривода типа РТ-51М электропоезда переменного тока серии ЭД9Т с помощью нечеткой модульной динамической нейронной сети. Проблемы оценки надежности тяговых электроприводов на железнодорожном транспорте с повышенным отработанным ресурсом предлагается решать с помощью имитационного моделирования гибридной нейронной сети ANFIS в пакете MATLAB 7. В результате моделирования статистических диагностических параметров контроля тягового электропривода были получены графики прогноза остаточного ресурса элементов тягового электропривода и представлены рекомендации по техническому обслуживанию электроприводов в зависимости от их технического состояния на текущий момент времени эксплуатации.

Ключевые слова: техническая диагностика, контроль, тяговый электропривод, нечеткое моделирование гибридная нейронная сеть

RESIDUAL OPERATION LIFE ASSESSMENT OF AN ELECTRIC TRACTION DRIVE IN THE ELECTRIC TRAIN ED9M USING A HYBRID FUZZY NEURAL NETWORK

I.A. Menschikov

The article presents the results of research into assessment of residual operation life of components of the electric traction drive RT-51M in the AC electric train ED9T using a fuzzy modular dynamic neural network. The problems relating reliability estimation of traction electric drives in the rail transport with an expired service life can be solved using simulation modeling of the ANFIS hybrid neural network based on the MATLAB 7 package. Modeling statistical diagnostic parameters applied to control traction electric drives allowed for designing the graphs to be used in forecasting residual operation life of traction drive components. The maintenance recommendations for electric drives are provided depending on their current technical status.

Keywords: technical diagnostics, control, electric traction drive, hybrid fuzzy neural network

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ СЕПАРАТОРОВ ДЛЯ ИНДУКЦИОННОЙ СОРТИРОВКИ АВТОМОБИЛЬНОГО ЛОМА

А.Ю. Коняев, Ж.О. Абдуллаев, Д.Н. Багин, С.И. Фоминых

Анализ литературных источников позволил выявить тенденции роста доли алюминия в конструкциях автомобилей и увеличения номенклатуры применяемых алюминиевых сплавов, как литейных, так и деформируемых. С учетом этого при промышленной переработке автомобильного лома целесообразно не только извлекать цветные металлы из шредерных отходов, но и сортировать цветные металлы по видам, группам и маркам сплавов. Проведенные теоретические и экспериментальные исследования показали возможность использования для индукционной сортировки автомобильного лома электродинамических сепараторов с бегущим магнитным полем.

Ключевые слова: электродинамическая сепарация, индукционная сортировка металлов, результаты исследований

#### INVESTIGATION OF ELECTRODYNAMIC SEPARATORS FOR INDUCTION SORTING OF AUTOMOBILE SCRAP

A.Yu. Konyaev, Z.O. Abdullaev, D.N. Bagin, S.I. Fominykh

Analysis of the sources of literature facilitated finding out the trends in the growing share of aluminum used in car designs, and an increase in the nomenclature of applied aluminum alloys both cast and wrought. Therefore, at industrial recycling of the automobile scrap, it is advisable not only to extract non-ferrous metals from the auto shredder residue, but also sort out the non-ferrous alloys by type, group, and alloy grade. The conducted theoretical and experimental studies have shown a possibility to utilize electrodynamic separators with a traveling magnetic field in induction sorting of automobile scrap.

Keywords: eddy current separation, induction sorting of metals, research results

#### НАПРАВЛЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОГО МЕТОДА МОДИФИКАЦИИ КОМПОЗИЦИИ

A.S. Mostovoy, Yu.A. Kadykova, O.G. Nevernaya, I.E. Prokhorova

В результате проведенных исследований доказана возможность направленного регулирования структуры и эксплуатационных свойств эпоксидных композитов за счет введения в состав композиции тонкоизмельченной охры и применения СВЧ модификации эпоксидной композиции. Доказана эффективность применения и выбраны оптимальные параметры СВЧ модификации (мощность – 350 Вт, продолжительность – 30 с) эпоксидных композиций, наполненных охрой, обеспечивающие повышение физико-механических характеристик композитов. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-33-70002.

Ключевые слова: эпоксидная смола, модификация, наполнитель, охра, СВЧ модификация  
DIRECTED ADJUSTMENT OF THE STRUCTURE AND PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF EPOXY COMPOSITES USING AN ELECTROPHYSICAL METHOD OF COMPOSITION MODIFICATION

A.S. Mostovoy, Yu.A. Kadykova, O.G. Nevernaya, I.E. Prokhorova

The conducted investigations have proved a possibility for a directed adjustment of operational properties of the epoxy composites by adding a finely-ground ochre and using a microwave modification of the epoxy composition. The research has provided evidence for effectiveness of the selected optimal parameters to the microwave modification (the power at 350 W, and duration of 30 sec) of the epoxy compositions filled with ochre, which ensure improvement of the physical-mechanical characteristics of the composites.

The given investigation is funded by RFBR within the framework of the research project № 20-33-70002.

Keywords: epoxy resin, modification, filler, ochre, microwave modification

#### ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СВЧ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В АРМИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫМИ ВОЛОКНАМИ ПКМ С

## РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СИГНАЛОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

И.В. Злобина

Выполнены исследования методом акустической эмиссии процесса развития повреждений в процессе нагружения образцов углепластика изгибающей силой по схеме трехточечного изгиба. Изучена кинетика образования дефектов в контрольных образцах и образцах, подвергнутых в отвержденном состоянии воздействию СВЧ электромагнитного поля. Установлено значительное снижение интенсивности сигналов, что свидетельствует об уменьшении размеров дефектов и, соответственно, может подтверждать механизм повышения прочности модифицированных углепластиков за счет увеличения степени кристалличности матрицы и увеличения количества точек контактного взаимодействия в области «матрица-волокно».

Ключевые слова: полимерные композиционные материалы, углепластик, акустическая эмиссия, повреждения, СВЧ электромагнитное поле, модифицирование

## ESTIMATION OF THE OF THE MICROWAVE ELECTROMAGNETIC FIELD EFFECT ON STRUCTURAL CHANGES IN CARBON FIBER REINFORCED PCM WITH DISTRIBUTED METAL ELEMENTS BASED ON THE ANALYSIS OF ACOUSTIC EMISSION SIGNALS

I.V. Zlobina

The article deals with acoustic emission studies, conducted in line with a three-point bending scheme, of the failure progress when loading carbon fiber samples characterized for the bending force. The focus is made on kinetics of defect formation in the check samples, as well as in the samples affected in the cured state by the microwave electromagnetic field. A significant decrease in signal intensity was found, which indicates a decrease in the size of defects and, correspondingly, can verify a mechanism for increasing strength of the modified carbon fibers due to an increase in crystallinity percent of the matrix, and an increase in the number of contact points in the «matrix-fiber» area.

Keywords: polymer composite materials, carbon fiber, acoustic emission, failure, microwave electromagnetic field, verification

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РАСЧЕТА РАСХОДА ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ СВАРОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ МОНТАЖЕ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Г.Ф. Сафина, Р.А. Сафиуллин

В статье приведены математические модели и программная реализация расчета расхода электродов сварных соединений конструкций при монтаже электростанций. Модели созданы на основе конструктивных элементов свариваемых кромок и сварного шва стыковых и угловых типов соединений, широко применяемых в ручной дуговой сварке металлических труб. База данных для электродов создана в СУБД MS Access и подключается для расчета в программу, созданную на языке программирования Borland Delphi. Разработанная программа, соответствующая ГОСТам и технологическим инструкциям по сварочному производству, позволяет автоматизировать процесс расчета расхода электродов различных марок, необходимых для проведения сварных соединений металлических материалов.

Ключевые слова: математическая модель, сварные соединения материалов, расход электродов, база данных, язык программирования Delphi

## AUTOMATION OF CONSUMPTION CALCULATION OF ELECTRODES FOR HE WELDING JOINTS ON INSTALLATION OF THERMAL POWER PLANTS

G.F. Safina, R.A. Safiullin

The article presents mathematical models and software implementation of calculation of the consumption of electrodes of welded joints of structures during installation of power plants. The models are based on the structural elements of the welded edges and the weld of butt and corner types of joints that are widely used in manual arc welding of metal pipes. The database for electrodes is created in the MS Access DBMS and is connected for calculation to a program

created in the Borland Delphi programming language. The developed program, which corresponds to GOST Standards and technological instructions for welding production, allows you to automate the process of calculating the consumption of electrodes of various brands required for welding metal materials.

Keywords: mathematical model, welded joints of materials, electrode consumption, database, Delphi programming language

#### СОЗДАНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ СГТУ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОЗАРЯДНОЙ СЕТИ ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИНВАЛИДНЫХ КОЛЯСОК ВО ИСПОЛНЕНИЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗАКОНА О МАЛОМОБИЛЬНЫХ ГРУППАХ НАСЕЛЕНИЯ

В.В. Ермолаева

В настоящее время особую актуальность приобрела проблема средств подзарядки моторизированных инвалидных кресел с аккумуляторными батареями на территории Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Ключевые слова: умные розетки, СГТУ, обеспечение Федерального закона о маломобильных группах населения на территории федерального государственного бюджетного образовательного учреждения, маломобильные группы населения

#### SSTU CREATES A SMART ELECTRO-CHARGING NETWORK FOR ELECTRIC WHEELCHAIRS PURSUANT TO THE FEDERAL LAW ON PERSONS WITH LIMITED MOBILITY

V.V. Ermolaeva

Currently, the problem of means for recharging motorized wheelchairs with rechargeable batteries on the territory of Yuri Gagarin State Technical University of Saratov has acquired particular relevance.

Keywords: smart sockets, SSTU, enforcement of the Federal law on persons with limited mobility on the territory of the Federal state budgetary educational institution, people with restricted mobility