



ВЕСТНИК

ГОМЕЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ П. О. СУХОГО

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
ИЗДАЕТСЯ С МАРТА 2000 г.

2(65)' 2016

Главный редактор

С. И. ТИМОШИН

Заместитель
главного редактора

А. А. БОЙКО

Ответственный
секретарь

А. С. РЯБЦЕВА

Редакционная коллегия:

О. Д. Асенчик, М. Н. Верещагин, В. А. Голуб,
Р. И. Громыко, Н. В. Грунтович, Н. П. Драгун,
Г. М. Лыч, Н. К. Мышкин, А. А. Панков,
Е. Н. Подденежный, Б. В. Сорвиров, А. В. Сычев,
Г. П. Тариков, Л. Г. Чубриков, О. Н. Шабловский,
А. П. Шевлюков, П. А. Хило, И. А. Мурашко,
В. А. Ковтун, М. И. Михайлов

Адрес редакции:

Республика Беларусь, 246746, г. Гомель, пр. Октября, 48
Телефон: +375 232 401 568. Факс: +375 232 401 657
E-mail: machin@gstu.by

СОДЕРЖАНИЕ

Машиностроение и машиноведение

- Кожневиков М. М., Илюшин И. Э., Старовойтов А. В., Косырев В. Н. Планирование траекторий роботов-манипуляторов в технологическом процессе точечной контактной сварки* 3
- Бобарикин Ю. Л., Верещагин М. Н., Авсейков С. В., Мартьянов Ю. В., Веденеев А. В., Радькова И. Н. Исследование влияния степени осевого растяжения тонкой проволоки на прямолинейность металлокорда* 11
- Тарасенко В. Е., Якубович А. И. Исследование зависимости параметров системы охлаждения дизеля сельскохозяйственного трактора от расхода жидкостного теплоносителя* 18

Материаловедение

- Ровин Л. Е., Валицкая О. М. Ресурсосбережение при брикетировании стружки* 27
- Степанкин И. Н., Поздняков Е. П. К вопросу влияния предварительной термической обработки и поверхностного упрочнения на структуру, микротвердость и стойкость к контактному изнашиванию стали X12M, упрочненной низкотемпературной нитроцементацией* 36
- Давыдова О. В., Павленок А. В., Добродей А. О., Подденежный Е. Н., Дробышевская Н. Е., Алексеенко А. А., Бойко А. А. Особенности синтеза ультрадисперсных порошков иттрий-алюминиевого граната, активированного ионами церия с использованием метода горения* 45

Обработка конструкционных материалов

- Дробышевская Т. В., Остриков О. М. Напряженно-деформированное состояние, обусловленное единичным клиновидным микродвойником в зерне поликристалла с гексагональной структурой* 53

Электротехника и энергетика

<i>Шабловский О. Н., Кроль Д. Г., Концевой И. А. Гидродинамические и тепловые аспекты кластерной модели структуры расплава. Часть 2. Два типа температурной зависимости силы сопротивления кластерных образований</i>	65
<i>Капанский А. А. Моделирование электропотребления в технологической системе водоснабжения</i>	74
<i>Шашков И. В., Рудченко Ю. А. Стенд для испытания асинхронного двигателя в автоколебательном режиме</i>	86
<i>Самсонов Н. А., Захаренко В. С. Современное положение и перспектива развития методов непрерывной диагностики состояния высоковольтных электродвигателей в рамках ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК»</i>	94

Информатика, вычислительная техника и управление

<i>Трохова Т. А., Сидоракина Ю. А. Компьютерное проектирование параметров нефтяных скважин на основе скважин-аналогов</i>	98
Резюме	105

- Журнал включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований: по техническим наукам – машиностроение и машиноведение, материаловедение, энергетика (приказ ВАК РБ № 101 от 04.06.2005 г.); по экономическим наукам – экономика и управление промышленностью (приказ ВАК РБ № 26 от 02.02.2011 г.).
- Публикуемые материалы рецензируются.
- Мнение авторов статей не обязательно совпадает с позицией редколлегии.
- Перепечатка материалов, опубликованных в журнале, разрешается только с согласия автора и издателя.
- Подписные индексы: для индивидуальных подписчиков – 00063
для предприятий и организаций – 000632

**Редакторы: Н. Г. Мансурова, Н. В. Гладкова, Т. Н. Мисюрова
Компьютерная верстка Н. Б. Козловская**

Подписано в печать 24.06.2016 г.

**Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».
Ризография. Усл. печ. л. 13,02. Уч.-изд. л. 10,92.
Тираж 100 экз. Изд. № 83.**

**Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого.
Свидетельство о гос. регистрации в качестве издателя
печатных изданий за № 1/273 от 04.04.2014 г.
246746, г. Гомель, пр. Октября, 48**

**Учреждение образования «Белорусский торгово-экономический университет
потребительской кооперации».
Проспект Октября, 50, 246029, г. Гомель
ЛП №02330/464 от 27.03.2014 г.
Тираж 100 экз. Заказ № 240к/от 28.07.16 г.**

© Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», 2016

УДК 681.5.015

Кожевников М. М., Илюшин И. Э., Старовойтов А. В., Косырев В. Н. Планирование траекторий роботов-манипуляторов в технологическом процессе точечной контактной сварки

Предложен новый метод планирования траектории роботов-манипуляторов для процесса точечной контактной сварки, который в отличие от известных позволяет эффективно учесть технологические ограничения на ориентацию сварочных клещей, а также сложную форму элементов роботизированного комплекса. Эффективность разработанного метода подтверждается результатами тестирования.

Kozhevnikov M. M., Ilushin I. E., Starovoitov A. V., Kosyrev V. N. Designing the Robot Path of the Robot-Manipulator in the Process of Resistance-Spot Welding

A new method of designing the path of the robot-manipulator for the process of resistance spot welding is proposed which unlike others efficiently allows for technological limitations for welding guns orientation and also for intricate shape of the robot complex elements. Efficiency of the method developed is confirmed by the results of testing.

УДК 621.771

Бобарикин Ю. Л., Верещагин М. Н., Авсейков С. В., Мартьянов Ю. В., Веденев А. В., Радькова И. Н. Исследование влияния степени осевого растяжения тонкой проволоки на прямолинейность металлокорда

Исследовано влияние степени осевого растяжения тонкой проволоки 0,35 НТ из стали 80К на прямолинейность металлокорда. Получены и проанализированы результаты изменения прямолинейности металлокорда во время выдержки на катушке. Показано, что увеличение растягивающих напряжений в тонкой проволоке повышает ее прямолинейность и прямолинейность металлокорда из этой проволоки. Реализован процесс волочения с дополнительным растяжением проволоки путем увеличения кинематической вытяжки на чистовом барабане стана и изменением количества витков проволоки на чистовом барабане.

Bobarikin Y. L., Vereschaguin M. N., Avseykov S. V., Martyanov Y. V., Vedeneyev A. V., Radkova I. N. The Influence of the Degree of Axial Tension of the Thin Wire on the Straightness of Metal Cord

The influence of the degree of axial tension of the thin wire of 0.35 HT made of 80K steel on the straightness of metal cord is studied. The results of metal cord straightness changing during keeping on the reel are obtained and analyzed. It is shown that increasing tensile stresses in the thin wire increases its straightness and the straightness of metal cord made of this wire. The process of drawing is implemented with additional wire tension by means of increasing wire kinematic drawing on the finishing block of the mill and changing the number of wire coils on the finishing block.

УДК 629.36

Тарасенко В. Е., Якубович А. И. Исследование зависимости параметров системы охлаждения дизеля сельскохозяйственного трактора от расхода жидкостного теплоносителя

Рассмотрены особенности процесса передачи теплоты жидкостным контуром системы охлаждения, влияние параметров жидкостного теплоносителя на тепловое состояние двигателя. Представлены результаты аналитических и экспериментальных исследований процессов теплопередачи и влияние на них внутренних и внешних факторов.

Tarasenko V. E., Yakubovich A. I. The Study of the Dependence of the Parameters of the Cooling System of Diesel Engine of the Farming Tractor on the Consumption of a Liquid Heat Transfer Agent

Specific features of the process of heat transfer by fluid circuit of the cooling system and the influence of the liquid heat transfer agent parameters on thermal condition of the engine are considered. The results of analytical and experimental studies of heat transfer processes and the influence on them internal and external factors are presented.

УДК 669.54.85+621.745.58

Ровин Л. Е., Валицкая О. М. Ресурсосбережение при брикетировании стружки

Для экономии энергоресурсов при брикетировании стружки и организации компактных участков горячего брикетирования непосредственно на местах ее образования предлагается использовать разработанное специалистами ГГТУ им. П. О. Сухого и УП «Технолит» специальное высокоэффективное оборудование – ротационные сушила для сушки стружки в процессе ее подготовки к прессованию и ротационные наклоняющиеся печи – для высокотемпературного нагрева дисперсных материалов при горячем брикетировании с одностадийным прессованием. Обосновывается возможность и эффективность использования разработанных печей для низко- и высокотемпературного нагрева стружки в линиях брикетирования. Термический КПД таких печей при нагреве дисперсных материалов (стружки, окарины, шлама и т. д.) значительно выше традиционных барабанных, проходных печей. При брикетировании сокращаются энергозатраты, снижается усилие прессования.

Rovin L. E., Valitskaya O. M. Resource Saving during Swarf Briquetting

For energy resource saving during swarf briquetting and setting-up compact areas of hot briquetting of the swarf directly on the places of its formation it is proposed to use highly efficient equipment developed by the specialists of the Sukhoi State Technical University of Gomel and Unitary Enterprise Technolit. The equipment includes a rotary drier for swarf drying during preparation for pressing and rotary tilt furnaces for high temperature heating of dispersed materials during hot briquetting with one-stage pressing. The possibility and the efficiency of the use of the furnaces developed for low- and high-temperature swarf heating in briquetting lines is substantiated. Thermal efficiency of such furnaces during heating of dispersed materials (swarf, dross, slime and other) is considerably higher than that of drum-type pusher furnaces. During briquetting power inputs are reduced and the force of pressing is decreased.

УДК 620.178.3

Степанкин И. Н., Поздняков Е. П. К вопросу влияния предварительной термической обработки и поверхностного упрочнения на структуру, микротвердость и стойкость к контактному изнашиванию стали X12M, упрочненной низкотемпературной нитроцементацией

Приведены результаты исследований контактного изнашивания поверхностных слоев инструментальной стали X12M при воздействии контактного напряжения на их поверхность. Построены зависимости контактного изнашивания упрочненных слоев в интервале нагрузок 760–1330 МПа. Выявлен механизм разрушения диффузионных слоев. Определен порог контактных напряжений, при которых возможна эксплуатация штампового инструмента из стали X12M, подвергнутого низкотемпературной нитроцементации.

Stepankin I. N., Pozdnyakov E. P. On the Influence of Thermal Pretreatment and Surface Hardening on the Structure, Microhardness and Contact Wear Resistance of X12M Steel Hardened by Low Temperature Nitrocarburizing

The data of the study of contact wear of surface layers of the X12M tool steel after the action of contact stress on the surface are presented. The dependencies of contact wear of hard-

ened layers at the loads in the range of 760–1330 MPa are built. The mechanism of diffuse layer destruction is defined. The threshold of contact stresses is determined at which the operation of die tools made of X12M steel which were low temperature nitrocarburized is possible.

УДК 546.64+546.62+542.06

Давыдова О. В., Павленок А. В., Добродей А. О., Подденежный Е. Н., Дробышевская Н. Е., Алексеенко А. А., Бойко А. А. Особенности синтеза ультрадисперсных порошков иттрий-алюминиевого граната, активированного ионами церия с использованием метода горения

Разработан новый метод получения ультрадисперсных порошков иттрий-алюминиевого граната, активированного ионами церия, основанный на процессах горения азотнокислых солей в присутствии комплексного горючего (карбамида и гексаметиленetetрамина). Оптимизированы варианты синтеза и изучены структурные и спектрально-люминесцентные характеристики наноструктурированных порошков химического состава $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ с размерами частиц 45–50 нм. Прекурсоры были охарактеризованы методами ДТА, а полученные продукты – методами рентгеновской дифрактометрии, сканирующей электронной микроскопии и ИК-спектроскопии.

Davydova O. V., Pavlenok A. V., Dobrodey A. O., Poddenezhny E. N., Drobyshevskaya N. E., Alexeenko A. A., Boika A. A. Specific Features of the Synthesis of Ultra-Dispersed Powders of Yttrium Aluminum Garnet Activated with Cerium Ions Using the Method of Combustion

A new method of preparation of ultra dispersed powders of yttrium aluminum garnet activated with cerium ions based on nitrate salts combustion in the presence of complex organic fuel (urea and hexamethylenetetramine) was developed. The modes of synthesis are optimized and structural and spectral-luminescent characteristics of nano structured powders of chemical composition of $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ with particle size of 45–50 nm are studied. The precursors were characterized by DTA analysis and so prepared products were characterized by X-ray diffraction, scanning electron microscopy and IR-spectroscopy.

УДК 539.21

Дробышевская Т. В., Остриков О. М. Напряженно-деформированное состояние, обусловленное единичным клиновидным микродвойником в зерне поликристалла с гексагональной структурой

Разработан метод расчета полей смещений и напряжений, обусловленных наличием единичного микродвойника в зерне поликристалла с гексагональной структурой. Выявлены области в зернах поликристалла, имеющие максимальные напряжения и смещения, таковыми областями являются узловые точки зерна, границы зерна и двойника.

Drobyshevskaya T. V., Ostrikov O. M. Mode of Deformation Conditioned by a Single Wedge Microtwin in the Grain of the Polycrystal of Hexagonal Structure

The method of calculation of the fields of displacements and stresses conditioned by the single microtwin in the grain of the polycrystal of hexagonal structure is developed. The areas having maximum stresses and displacements are revealed in the polycrystal grains, these areas being node points of the grain, boundaries of the grain and those of the twin.

УДК 532.516

Шабловский О. Н., Кроль Д. Г., Концевой И. А. Гидродинамические и тепловые аспекты кластерной модели структуры расплава. Часть 2. Два типа температурной зависимости силы сопротивления кластерных образований

Изучены динамические и тепловые свойства трех новых сдвиговых течений типа течения Куэтта. Получены функциональные связи давления, касательного напряжения

и теплового потока с завихренностью и с температурой. Построены индикаторные функции, иллюстрирующие неклассические свойства температурного профиля. Обнаружены условия, при которых происходит переключение режимов сопротивления, обусловленное немонотонной зависимостью коэффициента сопротивления кластерных образований от температуры жидкости. Установлены свойства периодического по координате течения, которое есть результат конкурентного взаимодействия источника и стока импульса. Указаны закономерности поведения производства энтропии.

Shablovsky O. N., Kroll D. G., Kontsevoy I. A. Hydrodynamic and Thermal Aspects of the Cluster Model of the Melt Structure. Part II. The Two Types of Temperature Dependence of the Resistance of Cluster Structures

Dynamical and thermal properties of the three new shear flows of the Quett type are studied. The functional dependencies of pressure, shear strain and heat flux on vorticity and temperature are obtained. We found the conditions of switching resistance regimes under the influence of the non-monotonous temperature dependence of the resistance of cluster structures. The properties of the coordinate-periodical flow resulting from the concurrence of the impulse source and impulse discharge are also established. The regularities of the behaviour of the entropy production are indicated.

УДК 621.311

Капанский А. А. Моделирование электропотребления в технологической системе водоснабжения

Разработана многофакторная математическая модель электропотребления в системе водоснабжения. В качестве независимых переменных выступают объемы поднятой из скважин воды и температура окружающей среды. Принятые факторные признаки отражают изменения электропотребления более чем на 82 % при среднегодовой погрешности прогнозирования менее 5 %.

Результаты научных исследований могут быть использованы организациями жилищно-коммунального хозяйства, оказывающими услуги водоснабжения, для планирования общих и удельных расходов электроэнергии и оценки состояния энергоэффективности.

Kapansky A. A. Modeling Electric Power Consumption in the Technological System of Water Supply

Multifactor mathematical model of electric power consumption in the system of water supply is developed. The volume of the water drawn from the well and ambient temperature are accepted as independent variables. Factor indications accepted show the change of electric power consumption of over 82 % at average yearly prediction error within 5 %.

The research data can be used by the organizations of housing and communal services providing water supply services for planning total and specific electric power consumption and estimation of energy efficiency state.

УДК 621.313.1

Шашков И. В., Рудченко Ю. А. Стенд для испытания асинхронного двигателя в автоколебательном режиме

Разработанный стенд предназначен для исследования работы общепромышленного трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в автоколебательном режиме. Примененный при разработке стенда принцип позволяет конструировать безредукторные электроприводы колебательного движения. Описана методика определения параметров экспериментальной установки.

Shashkov I. V., Rudchenko Y. A. The Stand for Asynchronous Motors Testing in Self-Oscillating Mode

The stand developed is designed for the study of the commercial three-phase asynchronous motor with the squirrel cage rotor in self-oscillating mode. The principle used during stand development enables to design gearless vibratory electric drives. The methods of determining the parameters of experimental facility are described.

УДК 621.313.333

Самсонов Н. А., Захаренко В. С. Современное положение и перспектива развития методов непрерывной диагностики состояния высоковольтных электродвигателей в рамках ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК»

Предложен переход от системы планово-принудительных ремонтов асинхронных высоковольтных электродвигателей к обслуживанию оборудования по его текущему техническому состоянию. Такой подход к диагностике машин является одним из основных направлений в ресурсосбережении, так как данное мероприятие позволит более экономично расходовать человеческий и материальный ресурс промышленного предприятия. Описаны современные методы диагностики электродвигателей с перечислением их достоинств и недостатков. Представлен анализ системы пылегазоудаления электросталеплавильных цехов, установленной на ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», эксплуатирующей в своем составе высоковольтные асинхронные электродвигатели мощностью от 1,4 до 2 МВт.

Samsonov N. A., Zakharenko V. S. The Current State and the Prospects of the Development of the Methods of Continuous Diagnostics of the Condition of High Voltage Electric Motors at OJSC “BSW – Management Company of “BMC” Holding”

The transition from planned maintenance repair of asynchronous high voltage electric motors to condition-based maintenance of the equipment is proposed. Such approach to the diagnostics of machines is one of the main lines in resource-saving since such a procedure will enable to employ more economically human and material resources of the industrial enterprise. Present-day methods of diagnostics of electric motors are described with listing their advantages and disadvantages. The analysis of the system of dust removal and outgassing of the arc-furnace workshops installed at OJSC “BSW – Management Company of “BMC” Holding” which includes high voltage asynchronous electric motors having the power of 1.4–2 MW is presented.

УДК 658.012.011.56.005:681.3

Трохова Т. А., Сидоракина Ю. А. Компьютерное проектирование параметров нефтяных скважин на основе скважин-аналогов

Статья посвящена автоматизации метода проектирования строительства нефтяных скважин на основе скважин-аналогов на примере построения режимно-технологической карты бурения. Даны основные направления применения метода проектирования по скважинам-аналогам. Выполнен алгоритмический анализ и описан программный комплекс, в котором реализован метод скважин-аналогов при разработке режимно-технологической карты бурения.

Trokhova T. A., Sidorakina Y. A. Computer-Aided Design of Oil Well Parameters on the Basis of Wells-Analogues

The paper deals with automation of the method of designing the construction of oil wells based on wells-analogues with building process flow diagram of drilling given as an the example.

The main directions of applying the method of designing based on wells-analogues are presented. Algorithmic analysis is performed and software package is described implementing the method of wells-analogues during the development of the process flow diagram of drilling.