



ВЕСТНИК

ГОМЕЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ П. О. СУХОГО

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
ИЗДАЕТСЯ С МАРТА 2000 г.

1(64)' 2016

Главный редактор

С. И. ТИМОШИН

Заместитель
главного редактора

А. А. БОЙКО

Ответственный
секретарь

А. С. РЯБЦЕВА

Адрес редакции:

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

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

<i>Попов В. Б. Подъемно-навесные устройства универсальных энергетических средств</i>	3
<i>Михайлов М. И. Анализ процесса срезания припуска при обработке цилиндрических поверхностей</i>	12
<i>Мельников И. Г., Петрушенко В. И., Ткачев В. М., Гутман Р. Е. О применении корреляционных зависимостей для определения физических свойств нефтей белорусских месторождений</i>	24
<i>Родзевич П. Е., Миренков В. В., Хиженок В. Ф., Шельманова Е. П. Влияние углов установки на напряженно-деформируемое состояние ножа измельчающего барабана кормоуборочного комбайна</i>	31

Материаловедение

<i>Баевич Г. А., Максименко А. В., Мышковец В. Н. Динамика формирования термических циклов при импульсной лазерной сварке и наплавке высокопрочных конструкционных сталей</i>	38
<i>Иванов В. П., Дронченко В. А. Математическое моделирование разрушения капель эмульсии из отходов производства в факеле парового котла</i>	45
<i>Алексеев А. А., Подденежный Е. Н., Бойко А. А., Титенков О. А. Особенности получения и свойства кварцевых золь-гель стекол, содержащих наночастицы восстановленных металлов</i>	52

Электротехника и энергетика

<i>Капустин А. Г., Карнаухов Н. С. Повышение качества электроэнергии автономных систем электроснабжения перспективных воздушных судов</i>	61
<i>Форсюк А. В., Задорожный С. А., Потапов С. Г., Волобуев В. С. Эффективность работы сплит-системы в режиме теплового насоса</i>	67

<i>Карпов В. А., Ростокина О. М., Карпов А. В. Анализ преобразователя ток-напряжение с нулевым входным напряжением</i>	72
<i>Шабловский О. Н., Кроль Д. Г., Концевой Н. А. Гидродинамические и тепловые аспекты кластерной модели структуры расплава. Часть 1. Воздействие внешней силы сопротивления на завихренность вязкоупругого течения</i>	79
Экономика и управление народным хозяйством	
<i>Драгун Н. П., Ивановская И. В. Определение точек/полюсов роста экономики региона</i>	89
<i>Волкова Ю. А. Эффективность «жестких» форм интеграции субъектов хозяйствования Беларуси: пример холдинга «Гомсельмаш»</i>	101
Резюме	110

- 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, А. В. Власов, Н. В. Гладкова, Т. Н. Мисюрова
Компьютерная верстка Н. Б. Козловская**

Подписано в печать 24.03.2016 г.

**Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».
Ризография. Усл. печ. л. 13,95. Уч.-изд. л. 10,64.
Тираж 100 экз. Изд. № 63.**

**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 № 95к/16**

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

РЕЗЮМЕ

УДК 629.114.2–182.8

Попов В. Б. Подъемно-навесные устройства универсальных энергетических средств

В работе анализируются состав, характеристики и выходные параметры подъемно-навесных устройств трех поколений универсальных энергетических средств, разработанных «Научно-техническим центром комбайностроения» ОАО «Гомсельмаш» за последние 28 лет. Разработанная методика анализа процесса подъема навесной техники и оценки грузоподъемности подъемно-навесного устройства позволяет сравнить выходные параметры различных ПНУ с соответствующими навесными машинами. Развитие ПНУ идет по экстенсивному и интенсивному пути, причем последний опирается на математическое моделирование режимов его работы. В результате автор пробует сформировать облик ПНУ мобильного энергосредства на ближайшую перспективу.

Popov V. B. Mounted Lifting Devices of Multipurpose Power Units

The configuration, characteristics and output parameters of the mounted lifting devices of the three generations of the multipurpose power units having been designed by “Scientific and Technical Center of Combine Engineering” of OJSC “Gomselmash” for the last 28 years are analyzed in the paper. The method of analyzing the process of lifting of the mounted equipment and evaluating lifting capacity of the mounted lifting device enables to compare output parameters of various mounted lifting devices with respective mounted machines. Development of the mounted lifting devices is carried out by extensive and intensive ways, the last being based on mathematical simulation of its modes of operation. Following this line the author tries to form the aspect of the mounted lifting device of the mobile power unit for the nearest future.

УДК 532.516

Шабловский О. Н., Кроль Д. Г., Концевой И. А. Гидродинамические и тепловые аспекты кластерной модели структуры расплава. Часть I. Воздействие внешней силы сопротивления на завихренность вязкоупругого течения

Изложены результаты численно-аналитического исследования течения Куэтта для вязкоупругой жидкости Максвелла, испытывающей воздействие внешней силы трения Рэлея. Представлены результаты расчета гидродинамических параметров при изотермическом режиме течения. Изучен случай, когда сила внешнего трения действует на фоне релаксирующей завихренности. Обнаружены нетривиальные градиентные свойства коэффициента сопротивления, проявляющиеся как при малых, так и при больших временах релаксации вязкого напряжения. Неизотермический режим рассмотрен в «холодной» и «горячей» областях, различающихся значениями температур по отношению к отсчетной температуре. Построена корреляция «скорость – температура» и определены тепловые свойства вихря скорости.

Shablovsky O. N., Kroll D. G., Kontsevov I. A. Hydrodynamical and Thermal Aspects of the Cluster Model of the Melt Structure. Part I. The Effect of External Resistance on the Vorticity of the Viscoelastic Flow

Numerical-analytical investigation is carried out for the Quett flow of viscoelastic Maxwell fluid under the action of Rayleigh friction. The hydrodynamic parameters are calculated for the isothermic flow. The case of external friction acting on par with relaxing vorticity is studied. Nontrivial gradient properties of the resistance coefficient are revealed both for small and large values of the relaxation time of the viscous strain. Non-isothermal regime is considered in the “cold” and “hot” regions which differ in temperature values with respect to the basic temperature. The correlation “velocity – temperature” is built and the thermal properties of the velocity vortex are determined.

УДК 621.9

Михайлов М. И. Анализ процесса срезания припуска при обработке цилиндрических поверхностей

Приведены результаты анализа схем срезания припуска для различных видов обработки. Разработана структура срезания припуска, позволяющая формировать новые виды обработки и производить их анализ по обобщенным параметрам. Приведен пример анализа параметров процесса резания при обработке цилиндрических поверхностей.

Mikhailov M. I. The Analysis of the Process of Excess Material Cutting during Cylindrical Surface Machining

The results of the analysis of excess material cutting patterns for different kinds of machining are presented. The structure of excess material cutting is designed enabling to form new kinds of machining and to provide their analysis using generalized parameters. The example of the analysis of the cutting process parameters during cylindrical surface machining is presented.

УДК 622.276(476)

Мельников И. Г., Петрушенко В. И., Ткачев В. М., Гутман Р. Е. О применении корреляционных зависимостей для определения физических свойств нефтей белорусских месторождений

Приведен литературный обзор и обобщение мирового опыта использования корреляционных зависимостей между физико-химическими свойствами дегазированных нефтей и их свойствами в скважинных термобарических условиях, определяемых по результатам PVT-анализа.

Наиболее известные корреляционные зависимости для вязкости были апробированы по результатам PVT-анализа скважинных проб 10 нефтяных месторождений Республики Беларусь. Приводится относительная погрешность вычислений. Из приведенных расчетов сделан вывод, что наиболее приемлемой является корреляция Била, полученная по параметрам калифорнийских нефтей.

Melnikov I. G., Petrushenko V. I., Tkachev V. M., Goutman R. E. On the Application of Correlation Dependencies for Determining Oil Physical Properties of Belarusian Petroleum Deposits

The survey of literature and summary review of the world experience in using correlation dependencies of physical-chemical properties of degassed oils and their properties in the well thermobaric conditions determined by the results of PVT-analysis are presented.

Most known correlation dependencies for viscosity were tested based on the results of PVT-analysis of oil well tests at 10 petroleum deposits of the Republic of Belarus. Relative calculation error is given. The conclusion resulting from the calculations is that the most acceptable is Beal correlation obtained using the parameters of California oils.

УДК 631.354.2.076

Родзевич П. Е., Миренков В. В., Хиженок В. Ф., Шельманова Е. П. Влияние углов установки на напряженно-деформируемое состояние ножа измельчающего барабана кормоуборочного комбайна

Приведены сведения о расчете нагрузок, действующих на лезвие ножа измельчающего барабана кормоуборочного комбайна в зависимости от углов установки (β – от 32° до 44° , для угла τ – от 10° до 17°).

Рассчитаны с помощью конечно-элементного анализа эквивалентные напряжения и максимальные деформации лезвия ножа при входе в растительную массу под разными углами установки.

Rodzevich P. E., Mirenkov V. V., Khizhenok V. F., Shelmanova E. P. The Influence of the Setting Angle on a Stressed and Strained Condition of the Knife of the Shredding Drum of the Combine Harvester

The data on calculating the loads acting on the blade of the combine harvester shredding drum knife depending on the angle of the knife setting are presented (β – from 32° to 44° , and for the angle τ = from 10° to 17°).

Equivalent stresses and maximum strains of the knife blade during its lead-in into vegetable mass at various angles of setting are calculated using finite element analysis.

УДК 621.791.725

Баевич Г. А., Максименко А. В., Мышковец В. Н. Динамика формирования термических циклов при импульсной лазерной сварке и наплавке высокопрочных конструкционных сталей

На основании результатов математического моделирования тепловых процессов при импульсной лазерной наплавке на поверхность изделий из высокопрочной стали (30ХГСН2А) присадочным материалом из стали 30ХГСН2А установлено влияние формы импульса лазерного излучения на характер плавления и переноса присадочного материала на основу с минимальным испарением металла.

Установлены форма и пространственно-энергетические параметры лазерных импульсов, использование которых при наплавке позволяет получать слои с физико-механическими свойствами, равноценными свойствам основы.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке технологических процессов импульсной лазерной сварки и наплавки металлов.

Bayevich G. A., Maximenko A. V., Myshkovetz V. N. The Dynamics of the Thermal Cycle Formation in Impulse Laser Welding and Surfacing of High-Strength Structural Steel

Based on the results of mathematical modeling of thermal processes during laser surfacing of the surface of the items of high-strength steel (30ХГСН2А) with adding material of 30ХГСН2А steel the influence of the laser emission pulse shape on the character of melting and transfer of adding material to the base with minimum metal evaporation is established.

The shape and spatial and melting parameters of laser pulses are established the use of which during surfacing enables to obtain layers with physical-mechanical properties equivalent to those of the base.

The results obtained can be used during the development of technological processes of impulse laser welding and metal surfacing.

УДК 66.013.8

Иванов В. П., Дронченко В. А. Математическое моделирование разрушения капель эмульсии из отходов производства в факеле парового котла

Разработана математическая модель разрушения капель водной эмульсии из отходов производства, сжигаемой в топке парового котла. Проведен численный эксперимент при различных значениях начального радиуса капель и влагосодержания эмульсии. Установлены и подтверждены условия, при которых обеспечивается снижение оксидов азота в продуктах сгорания топлива за счет уменьшения размеров и температуры факела парового котла.

Ivanov V. P., Dronchenko V. A. Mathematical Simulation of the Breakup of the Waste Emulsion Droplet in the Steam Boiler Flame

A mathematical model of the breakup of the droplets of waste aqueous emulsion burnt in the steam boiler furnace is developed. Numerical experiment at various values of initial droplet radius and water content of the emulsion is carried out. The conditions of reducing nitrogen

oxide in the product of fuel combustion due to reducing the boiler flame dimensions and temperature are established and confirmed.

УДК 666.1.001.5

Алексеев А. А., Подденежный Е. Н., Бойко А. А., Титенков О. А. Особенности получения и свойства кварцевых золь-гель стекол, содержащих наночастицы восстановленных металлов

Методами оптической спектроскопии, атомно-силовой микроскопии и рентгенофазового анализа изучены процессы формирования наночастиц восстановленных металлов и биметаллов контролируемой концентрации в структуре высококремнеземных стекол. Для высококремнеземных ксерогелей и стекол, содержащих наночастицы восстановленных Cu^0 , Ag^0 и Ni^0 , предложен и апробирован в лабораторных условиях механизм концентрационного «выращивания» наночастиц как в матрице, так и на поверхности формируемых SiO_2 -матриц (при их последовательной термообработке сначала в нейтральной, а затем в восстановительной газовой атмосфере), что позволило получить оптически однородные материалы с новыми оптическими и нелинейно-оптическими характеристиками.

SiO_2 -стекла, содержащие наночастицы восстановленных Cu^0 и Ni^0 , предложено использовать для получения составных отрезающих фильтров УФ- и видимого диапазона длин волн, отличающихся от существующих аналогов повышенной термической и химической стойкостью.

Предложено, что высококремнеземные стекла, допированные биметаллическими наночастицами состава – $\text{Cu}^0 : \text{Ag}^0$, являются новыми нелинейно-оптическими средами, позволяющими управлять положением максимума плазмонного резонанса в зависимости от условий получения стекол, что делает возможным проводить с помощью методов лазерной физики фундаментальные исследования, связанные с положением этого максимума.

Alexeyenko A. A., Poddenezhny E. N., Boika A. A., Titenkov O. A. Specific Features of Producing of Sol-Gel Glasses Containing Nanoparticles of Reduced Metals and Their Properties

Using the methods of spectroscopy, atomic-force microscopy and X-Ray phase analysis the processes of the formation of nanoparticles of reduced metals and bimetallics of the controlled concentration are studied in the structure of high-silica glasses. For high-silica xerogels and glasses containing the particles of reduced Cu^0 , Ag^0 , Ni^0 , the mechanism of concentration growing of nanoparticles in the matrix, as well as on the surface of the SiO_2 matrixes being formed (during their progressive heat treatment first in neutral atmosphere and then in reducing gaseous atmosphere) is proposed and tested in laboratory conditions. This enabled to produce optically homogenous materials with new optical and nonlinear –optical characteristics.

SiO_2 – glasses containing nanoparticles of the reduced Cu^0 and Ni^0 are proposed to be used for producing composite cut filters for UV and visible range of wavelength different from the existing analogues by improved thermal and chemical resistance.

It is proposed that high-silica glasses doped with bimetal nanoparticles of the $\text{Cu}^0 : \text{Ag}^0$ composition are new nonlinear-optical media enabling to control the position of plasmon resonance peak depending on the conditions of producing glass which makes possible to carry out fundamental research connected with the position of this peak with the use of the laser physics methods.

УДК 621.313.629.73

Капустин А. Г., Карнаухов Н. С. Повышение качества электроэнергии автономных систем электроснабжения перспективных воздушных судов

Работа посвящена вопросам повышения качества электроэнергии каналов генерирования переменного тока воздушных судов путем использования цифровых вычислительных устройств и реализации оптимальных законов регулирования напряжения, что

позволяет получить более высокое качество электроэнергии по сравнению с требованиями ГОСТ Р 54073–2010 и других документов.

Математическое моделирование системы регулирования напряжения (синхронный генератор и регулятор напряжения) проведено в среде MatLab. Показано, что синтезированные по критерию обобщенной работы законы оптимального регулирования напряжения обеспечивают существенное повышение качества электроэнергии канала генерирования с синхронным генератором по величине максимальных отклонений напряжения, по времени переходных процессов и по величине статической ошибки. Даны основные рекомендации по реализации синтезированных законов цифровыми средствами.

Результаты проведенных исследований указывают на целесообразность использования оптимальной цифровой системы регулирования напряжения на перспективных воздушных судах, например, самолетах концепции «Allelectricaircraft».

Kapustin A. G., Karnaukhov N. S. Improving Power Quality of the Total Energy System of the Next-Generation Aircrafts

The paper deals with the issues of power quality of the channels for generating alternating current on airplanes by the use of digital computer units and also the issues of implementing optimal laws of voltage control which enables to provide higher electric power quality as compared with State Standard Specification ГОСТ Р 54073–2010 and other documents.

Mathematical simulation of the voltage control system (synchronous generator and voltage regulator) is carried out in MatLab Environment. It is shown that the laws of voltage control synthesized by the criterion of generalized work ensure considerable improvement of the quality of power of the generation channel with synchronous generator regarding maximum voltage deviation, duration of transient processes and the value of static error. Major recommendations on implementing synthesized laws by digital means are given.

The data obtained show advisability of the use of an optimal digital system for voltage control on the next-generation aircrafts for examples on the airplanes of “Allelectricaircraft” conception.

УДК 62-683

Форсюк А. В., Задорожный С. А., Потапов С. Г., Волобуев В. С. Эффективность работы сплит-системы в режиме теплового насоса

Рассмотрены проблемы, возникающие во время работы сплит-системы в режиме теплового насоса и предложена экспериментальная установка, которая даст возможность их исследовать, решить или минимизировать.

Разработана методика проведения исследования, обработки полученных данных и расчета показателей эффективности работы сплит-системы в режиме воздушного теплового насоса.

Введено понятие цикличности работы сплит-системы и выполнено разделение рабочего цикла на отдельные самостоятельные составляющие. Предложено использовать поправочный коэффициент, который дает возможность получать действительные значения эффективности любого воздушного теплового насоса сплит-системы.

Проведена апробация полученных результатов с данными фирм-производителей сплит-систем и выделены особенности, влияющие на значение коэффициента трансформации при использовании разных методов расчета.

Forsiuk A. V., Zadorozhny S. A., Potapov S. G., Volobuyev V. S. The Efficiency of the Split System Operation in the Thermal Pump Mode

The problems arising in the operation of the split systems in the thermal pump mode are considered and an experimental unit is proposed which will enable to study, to solve or to minimize them.

The methods of the studying, data obtained processing and calculation of the efficiency indices for the split system operation in the mode of the air thermal pump are developed.

The notion of cyclicity of the split system operation is introduced and the operation cycle division into separate independent components is provided. It is proposed to use coefficient of correction which enables to obtain actual efficiency values of any air thermal pump of the split system.

Testing and comparison of the data obtained with the data of the split system manufacturing companies and their approbation are carried out. The specific features having an influence on the value of transformation ratio when using different methods of calculation are singled out.

УДК 621.317

Карпов В. А., Ростоккина О. М., Карпов А. В. Анализ преобразователя ток-напряжение с нулевым входным напряжением

Получены аналитические соотношения, описывающие работу обобщенной схемы преобразователя ток-напряжение для измерения малых токов. На основе данных соотношений получено выражение погрешности схемы от влияния напряжения смещения и входных токов операционных усилителей. Показано, что основная часть погрешности определяется отношением входного тока ОУ1 к преобразуемому току, в то время как напряжение смещения ОУ2 не влияет на результат преобразования.

Karpov V. A., Rostokina O. M., Karpov A. V. The Analysis of the Current-to-Voltage Converter with Zero Input Voltage

Analytical relations are obtained describing the operation of a generalized circuit of the current-to-voltage converter for measuring low currents. Based on these relations an expression of the circuit error is obtained resulting from the influence of offset voltage and input currents of operational amplifiers. It is shown that the major part of the error is determined by the ratio of input current of operational amplifier 1 to the current converted while offset voltage of operational amplifier 2 does not influence the conversion result.

УДК 332.055.2

Драгун Н. П., Ивановская И. В. Определение точек/полюсов роста экономики региона

Проведен анализ эволюции за период 1996–2016 гг. взглядов органов государственного управления Беларуси на приоритеты развития национальной экономики и эффективности их выбора, дано определение понятия «точка/полюс роста» в контексте региональной экономики и предложена методика их определения. В результате апробации методики на примере Гомельской области установлены потенциальные региональные точки/полюса роста экономики региона и определены перспективные механизмы их активизации.

Dragun N. P., Ivanovskaya I. V. Determination of Points/Poles of Growth of the Region Economy

The analysis of the evolution of the views of Belarus governmental authorities about the national economy development priorities and the practicability of their selection is carried out. The definition of the notion “point/pole of growth” in the context of the regional economy is given and the methods of their determining are proposed. By the results of testing the methods in Gomel region given as an example potential regional points/poles of economy growth are established and the mechanisms of their activization are defined.

УДК 332.055.2

Волкова Ю. А. Эффективность «жестких» форм интеграции субъектов хозяйствования Беларуси: пример холдинга «Гомсельмаш»

Изложены некоторые теоретические аспекты функционирования «жестких» интеграционных структур, в частности: условия предпочтительности и недостатки использования «жесткой» формы интеграции хозяйствующих субъектов.

Рассмотрена методика оценки эффективности взаимодействия организаций в рамках интеграционных структур «жесткого» типа, включающая расчет показателя уровня синергетического эффекта взаимодействия организаций, входящих в интегрированную структуру, двухэтапный алгоритм анализа по определению влияния отдельных факторов и организаций на формирование конечного показателя уровня синергии взаимодействия. Представленная методика апробирована на примере холдинга «Гомсельмаш». По результатам апробации установлен факт эффективности использования «жесткой» формы интеграции применительно к предприятиям холдинга «Гомсельмаш» и даны рекомендации, направленные на повышение синергетического эффекта взаимодействия предприятий.

Volkova Y. A. The Efficiency of “Strict” Forms of Integration of Economic Entities of Belarus: “Gomselmash” Holding Company as an Example

Some theoretical aspects of functioning of “strict” integration structures, particularly the conditions of preference and disadvantages of the “strict” forms of integration of economic entities are presented.

The methods of evaluating the efficiency of interaction of organizations within the framework of integration structures of the “strict” type are considered including calculation of the index of the level of synergistic result of interaction of the organizations constituting the integrated structure, two-phase algorithm of the analysis for determining the influence of separate factors and organizations on the formation of the final index of the level of interaction synergy. The methods presented are tested by way of example at “Gomselmash” Holding Company. By the results of the tests the efficiency of the use of the “strict” forms of integration as applied at the enterprises of “Gomselmash” Holding Company is established and recommendations aimed at improving synergistic result of the enterprise interaction are given.