



ВЕСТНИК

ГОМЕЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ П. О. СУХОГО

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
ИЗДАЕТСЯ С МАРТА 2000 г.

3(58)' 2014

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: +375 232 479 165
E-mail: machin@gstu.by

СОДЕРЖАНИЕ

Машиностроение и машиноведение

- Казарин Д. А., Волкотруб Н. П., Прилуцкий М. И.** Влияние количества и дисперсности алюминия на скорость горения системы $FeNiO_3-Al$ 3
- Струтинский С. В.** Использование нечетких множеств для математического описания гистерезисных характеристик сферических шарниров пространственной системы приводов 9
- Мигущенко Р. П.** Анализ вероятностных моделей параметрических правил принятия решений функциональной диагностики 17
- Попов В. Б.** Определение параметров подъемно-навесного устройства трактора «ХТЗ-16131-05», обеспечивающих его агрегатирование с косилкой-плющилкой навесной КПН-6-Ф 22
- Руктешель О. С., Кусяк В. А., Белевич А. В., Луцкий В. И.** Использование стратегии DSAC при трогании автопоезда с места в автоматическом режиме работы силового агрегата 28

Электротехника и энергетика

- Евминов Л. И., Кизева В. С.** Область применения и экспериментальные исследования электрических и светотехнических характеристик светильников для наружного и внутрицехового освещения 36
- Галушко В. Н., Алферова Т. В., Бахур С. И., Алферов А. А.** Моделирование вентильно-индукторных двигателей 45
- Галушко В. Н., Алферова Т. В., Алферов А. А., Бахур С. И.** Моделирование параметров надежности электрооборудования на предприятиях железнодорожной отрасли 56

<i>Селиверстов Г. И., Марцелев Д. О., Савицкий В. С. Оценка эффективности перевода с напряжения 6 кВ на напряжение 10 кВ участка гомельской городской кабельной сети с РП-12 с учетом изменения режимов ее нейтрали</i>	66
<i>Вяхирев Н. И., Щуплов В. В. Прием цифрового телевидения</i>	75
<i>Шабловский Я. О., Киселевич В. В. Прогнозирование термодинамических характеристик стеклообразующих веществ в точке стеклования</i>	79
<i>Лукашов В. М., Кухаренко С. Н., Крышнев Ю. В. Влияние высокочастотной составляющей сигнала на изоляцию силового кабеля нефтедобывающей станции</i>	85
<hr/>	
Экономика и управление народным хозяйством	
<i>Пархоменко Н. В., Мандрюк И. С. Управление устойчивым развитием сельского хозяйства в условиях экологостабилизированных регионов</i>	89
<i>Щукина Л. В. Агрокластеры как инструмент обеспечения устойчивого инновационного развития сельского хозяйства региона</i>	97
<hr/>	
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, А. В. Власов
Компьютерная верстка Н. Б. Козловская**

Подписано в печать 30.09.2014 г.

**Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».
Ризография. Усл. печ. л. 13,48. Уч.-изд. л. 11,11.
Тираж 100 экз. Изд. № 128.**

**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 № 356к/14.**

© Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», 2014

УДК 669.187.56.002

Казарин Д. А., Волкотруб Н. П., Прилуцкий М. И. Влияние количества и дисперсности алюминия на скорость горения системы FeTiO₃-Al

Алюминотермический способ получения ферротитана основан на восстановлении титана из ильменитового концентрата (FeTiO₃) алюминием. Скорость горения шихты алюминотермической плавки влияет на показатели процесса и является важнейшей задачей металлургии.

Экспериментально определены значения линейной скорости горения смеси ильменит-алюминий. Показано влияние количества и дисперсности восстановителя на скорость горения и извлечение титана.

Установлено, что характер зависимости скорости горения системы FeTiO₃-Al от количества алюминия не меняется при изменении его крупности от 100 до 500 мкм.

Определено оптимальное количество алюминия в шихте для получения плотного слитка ферротитана.

Kazarin D. A., Volkotrub N. P., Prilutsky M. I. The Influence of the Amount and Dispersity Value of Aluminum on Burning Rate of the FeTiO₃-Al System

Aluminothermic method for producing ferrotitanium is based on reduction of titanium from ilmenite concentrate (FeTiO₃) by means of aluminum. Rate of burning of the charge of aluminothermic melt influences the process performance and is one of the most important problems of metallurgy.

The values of linear burning rate for ilmenite-aluminum mixture are determined experimentally. The influence of the quantity and the dispersity value of reducing agent on burning rate and extraction of titanium is shown.

It has been established that the character of the dependence of the FeTiO₃-Al system burning rate is not changed at its size variations from 100 to 500 μm.

Optimum amount of aluminum in the charge required for producing solid ingots of ferrotitanium is determined.

УДК 621.9.06

Струтинский С. В. Использование нечетких множеств для математического описания гистерезисных характеристик сферических шарниров пространственной системы приводов

Представлены результаты исследований шарнирных соединений пространственной системы приводов, использованных в оборудовании с параллельной кинематикой. Шарниры использованы в системе позиционирования стола станка параллельной кинематики. Точность системы позиционирования определяется точностью сферического шарнира. С использованием специально разработанной установки проведено измерение параметров точности, в частности, люфтов, зазоров и контактных деформаций в сферическом шарнире. Определены нелинейные гистерезисные характеристики шарнира. Показано, что эти характеристики соответствуют нечетко определенным множествам параметров. Предложено математическое описание гистерезисных характеристик сферических шарниров с использованием теории нечетких множеств и разномасштабных процессов. Разработана методика нахождения характеристической функции принадлежности нечетких множеств, которые определяют гистерезисные характеристики шарнира. Методика базируется на использовании выборки измерений и определяет параметры функции принадлежности в виде кривой Гаусса.

Предложенная методика дает информативное описание нелинейных гистерезисных характеристик шарнира с учетом присущих им свойств размытости (неопределенности).

Strutinsky S. V. The Use of Fuzzy Sets for Mathematical Formulation of Hysteresis Characteristics of Spherical Hinges of Spatial System of Drives

The results of studying hinged joints of spatial system of the drives in the equipment with parallel kinematics are presented. The hinges are used in the system of positioning the table of parallel kinematics machine. The system positioning accuracy is determined by the accuracy of a spherical hinge. Using specially developed unit the parameters of accuracy are measured, particularly backlashes, clearances, and contact deformations in the spherical hinge. Nonlinear hysteresis characteristics of the hinge are determined. It is shown that these characteristics correspond to fuzzy parameter sets. Mathematical formulation of hysteresis characteristics of the spherical hinge with the use of the fuzzy-set theory and non-uniformly scaled processes is proposed. The method of finding characteristic membership function for fuzzy sets which define hysteresis characteristics of the hinge is developed. The method is based on measurement sampling and defines the parameters of the membership function in the form of Gaussian curve.

The method proposed provides an informative description of nonlinear hysteresis characteristics of the hinge allowing for their inherent fuzziness (uncertainty) properties.

УДК 681.518.54

Мигущенко Р. П. Анализ вероятностных моделей параметрических правил принятия решений функциональной диагностики

Рассмотрена задача статистического обоснования выбора вида математической модели измерительно-логических преобразований для процедуры функциональной диагностики с учетом ограниченности априорной информации о свойствах объекта диагностики. Построена и проанализирована информационная модель процедуры диагностики, которая учитывает требования плана диагностического эксперимента и вероятностные свойства математической модели этой процедуры.

Miguschenko R. P. The Analysis of Probabilistic Models of Parametrical Rules of Taking Decisions in Functional Diagnostics

The problem of statistical justification of selecting the type of the mathematical model of measuring-logical transformations for the procedure of functional diagnostics taking into account limited aprioristic information on the properties of the object of diagnostics is considered. An information model of the procedure of diagnostics taking into account the requirements of the plan of diagnostics experiment and probabilistic properties of the mathematical model of this procedure is built and analyzed.

УДК 629.114.2

Попов, В. Б. Анализ возможности агрегатирования косилки-плющилки навесной КПН-6-Ф с трактором «ХТЗ-16131-05»

Обоснована возможность энергетического обеспечения навески косилки-плющилки навесной КПН-6-Ф на колесный интегральный трактор «ХТЗ-16131-05». Анализ процесса подъема уборочной машины выполнен на основе разработанной функциональной математической модели. Результаты расчета выходных параметров модернизированного подъемно-навесного устройства колесного трактора «ХТЗ-16131-05», нагруженного вышеупомянутой уборочной машиной, подтверждают возможность и целесообразность агрегатирования.

Popov V. B. Determining the Parameters of Mounted Lifting Device of XT3 16131-05 Tractor Ensuring Unitizing It with Mounted Mower-Crusher КПН -6-Ф

The possibility of power supply for mounting КПН-6-Ф mower-crusher on XT3-16131-05 wheeled integrated tractor is substantiated. The analysis of the process of harvesting machine lifting is performed based on the functional model developed.

The data on calculating output parameters of updated mounted lifting device of XT3-16131-05 wheel tractor carrying the above harvesting machine confirm the possibility and practicability of modular machine construction.

УДК 629.3

Руктешель О. С., Кусяк В. А., Белевич А. В., Луцкий В. И. Использование стратегии DSAC при трогании автопоезда с места в автоматическом режиме работы силового агрегата

Приведена принципиальная схема стенда, предназначенного для отладки и настройки автоматизированной мехатронной системы управления силовым агрегатом с сухим фрикционным сцеплением и механической коробкой передач. Даны описание его работы и перечень контрольно-измерительной аппаратуры, а также показаны функциональные связи между механической частью стенда и исполнительным, измерительным и управляющим блоками микропроцессорной системы. Исследована характеристика исполнительного механизма сцепления и двигателя при различной частоте управляющего сигнала. Приведены результаты записи процессов трогания при различных темпах управления сцеплением, в том числе и при наличии в цепи управления пропорционально-интегрального регулятора.

Roukteshel O. S., Kusiak V. A., Belevich A. V., Lutsky V. I. The Use of DSAC Strategy During the Automobile Train Start in Automatic Mode of Power Unit Operation

A circuit diagram of the stand designed for adjustment and checkout of automation mechatronic control system of the power unit with dry friction clutch and mechanical gearbox is presented. The description of its operation and the list of control-measuring devices are given and also functional relations between mechanical part of the stand with actuator, measuring and control units of microprocessor system are shown. Characteristic of the actuator of the clutch and the engine at various frequency of control signal is studied. The results of recording the processes of starting at different rates of clutch control including the case with the presence in control circuit a proportional-plus-integral action controller are presented.

УДК 628.894

Евминов Л. И., Кизева В. С. Область применения и экспериментальные исследования электрических и светотехнических характеристик светильников для наружного и внутрицехового освещения

Произведена оценка зрительного и биологического аспектов применения индукционных и светодиодных источников света (ИС). Исследованы электрические и светотехнические характеристики светильников с индукционными и светодиодными ИС.

В ходе проделанных испытаний выявлено, что исследуемые источники света не чувствительны к перепадам напряжения и способны работать в довольно большом диапазоне напряжений. Гармонический анализ кривых тока показал, что уровень высших гармоник светодиодного и индукционного светильников не превышает требований, установленных СТБ МЭК 61000-3-2-2006.

Также произведено технико-экономическое обоснование применения энергоэффективных источников света для внутрицехового освещения.

Показано, что система освещения с применением индукционных ИС имеет в 1,5 раза меньший срок окупаемости по отношению к системе освещения с помощью светодиодных ИС.

Yevminov L. I., Kizeva V. S. Field of Application and Experimental Studies of Electric and Light Characteristics of Lighting Fittings for Outdoor and Intrashop Lighting

Evaluation of visual and biologic aspects of the use of induction and LED light sources is performed. Electric and light characteristics of light fittings with induction and LED light sources are studied.

During testing it has been revealed that the light sources under study are not sensitive to voltage drop and can operate in rather large range of voltages. Harmonic analysis of the current curves shows that higher harmonic level does not exceed the required values set by IEC Safety Standard 61000-3-2-2006.

Technical and economic assessment of the applying energy efficient light sources for intrashop lighting is performed.

It is shown that pay-back period of the lighting system with induction light source is 1,5 times shorter than that of lighting system using LED light sources.

УДК 621.313.333

Галушко В. Н., Алферова Т. В., Бахур С. И., Алферов А. А. Моделирование вентильно-индукторных двигателей

Рассмотрены основные аспекты создания механической системы вентильно-индукторных двигателей. Разработана программа расчета механической системы, которая учитывает накопленные подходы к моделированию с точки зрения повышения надежности и КПД. Приведена программа расчета магнитных систем вентильно-индукторных двигателей.

Galushko V. N., Alferova T. V., Bakhur S. I., Alferov A. A. Simulating AC Electronic-Inductor Motors

Major aspects of developing the mechanical system of ac electronic-inductor motors are considered. The program is developed for calculating mechanical system allowing for accumulated approaches to simulating from the point of view of improving reliability and efficiency. The software for designing magnetic systems of ac electronic-inductor motors is presented.

УДК 622.23.08

Галушко В. Н., Алферова Т. В., Алферов А. А., Бахур С. И. Моделирование параметров надежности электрооборудования на предприятиях железнодорожной отрасли

Создан программно-статистический инструментарий для уменьшения последствий колебаний, несимметрии напряжения, отклонения частоты в электрической сети, повышения надежности электрических объектов и систем.

Рассмотрены основные причины износа оборудования для предприятий железнодорожной отрасли и предложены способы его снижения.

Galushko V. N., Alferova T. V., Alferov A. A., Bakhur S. I. Modeling the Parameters of Electrical Equipment Reliability at the Enterprises of Railway Sector

The program and statistical instruments for reducing vibration aftereffects, voltage asymmetry, frequency error in the electric network, improving reliability of electric objects and systems are developed.

Basic causes for equipment wear for the for enterprises of railway sector are considered and the ways of reducing it are proposed.

УДК 621.31

Селиверстов Г. И., Марцелев Д. О., Савицкий В. С. Оценка эффективности перевода с напряжения 6 кВ на напряжение 10 кВ участка гомельской городской кабельной сети с РП-12 с учетом изменения режимов ее нейтрали

Оценивается эффективность перевода с напряжения 6 кВ на напряжение 10 кВ участка гомельской городской кабельной сети с РП-12 с учетом изменения режимов ее нейтрали.

Дана оценка состояния силовых кабелей участка электрической сети, установлены характер и причины повреждаемости кабельных линий, предложены технические мероприятия по переводу сети на более высокое напряжение и повышению надежности работы участка кабельной сети, оценены стоимостные затраты по внедрению этих мероприятий и срок их окупаемости, установлены факторы, определяющие окупаемость предложенных мероприятий.

Seliverstov G. I., Martselov D. O., Savitsky V. S. Assessment of the Efficiency of the Transfer from 6 kV to 10 kV for the Gomel City Cable Network Section with Distribution Substation ПП-12 Allowing for Its Neutral Mode Change

The efficiency of the transfer from 6 kV to 10 kV of the section of the city cable network with distribution substation ПП-12 is evaluated allowing for its neutral mode change.

The assessment of the condition of electric power cables of the electric network section is presented, the character and the causes of cable line damages are established, technical measures for performing the network transfer to higher voltage and improving reliability of the cable network section operation are proposed and also the costs for implementing these measures and pay-back period are evaluated. The factors determining pay-back of the measures proposed are established.

УДК 621.397.63

Вяхирев Н. И., Щуплов В. В. Прием цифрового телевидения

Рассмотрены особенности индивидуального приема сигналов наземного цифрового телевидения, которые дают возможность получить конструкции антенн для приема цифрового ТВ с электрическими характеристиками, близкими к идеальным.

Применительно к директорной антенне из проволочных вибраторов оптимизация длин, диаметров вибраторов и их положений позволила получить коэффициент усиления антенны на 1,5 дБ больше по сравнению с классическими геометриями, применяемыми для приема аналоговых ТВ сигналов. Уровень боковых и задних лепестков и ширина диаграммы направленности при этом также уменьшаются.

Экспериментальная проверка результатов оптимизации была выполнена на пяти-элементной директорной антенне из плоских вибраторов. Коэффициент усиления получился на 0,4 дБ меньше рассчитанного, ширина диаграммы направленности и КСВ входа близки к рассчитанным. Антенна показала хорошие результаты, несмотря на то, что приходилось принимать сигнал, отраженный от соседнего здания.

Viakhirev N. I., Schouplov V. V. Color Television Signal Reception

Specific features of individual reception of ground based broadcasting signals are considered which enable to provide antenna designs for reception digital TV signals with near-ideal electric characteristics.

In respect to director antenna consisting of wire vibrators optimization of vibrator length, diameter and position enabled to provide gain factor which is 1,5 dB greater as compared with traditional geometries applied for the reception of analogue TV signals. The level of side and back lobes of the directional diagram is also decreased.

Experimental check-up of optimization results was carried out at five element director antenna made of planar vibrators. Resulting gain factor was 0,4 dB less than the designed value, while directivity pattern width and input standing wave ratio were close to the designed ones. The antenna showed good operation in spite of the fact that the signal received was reflected from the neighboring building.

УДК 54-161.6:544.236.2

Шабловский Я. О., Киселевич В. В. Прогнозирование термодинамических характеристик стеклообразующих веществ в точке стеклования

Предложены соотношения для прогнозирования термодинамических характеристик стеклообразующих веществ. С помощью этих соотношений для ряда полимеров рассчитаны барический коэффициент температуры стеклования и приращения изобарной теплоемкости и изобарного коэффициента объемного термического расширения в точке стеклования.

Shablovsky Y. O., Kiselevich V. V. Prediction of Thermodynamic Characteristics of Glass Forming Substances at the Glass Transition Point

Relations for the prediction of thermodynamic characteristics of glass-forming substances are proposed. For a number of polymers the pressure coefficient of the glass transition temperature and the increments of the isobaric heat capacity and the isobaric thermal expansion coefficient at the glass transition point are calculated with the proposed relations.

УДК 620.1.08

Лукашов В. М., Кухаренко С. Н., Крышнев Ю. В. Влияние высокочастотной составляющей сигнала на изоляцию силового кабеля нефтедобывающей станции

Приведены результаты исследований по выявлению основных причин выхода из строя силового кабеля нефтедобывающей станции. Особенность исследуемых станций в том, что для регулирования частотой питающего напряжения погружного центробежного насоса применяются частотно-регулируемые электроприводы. Рассмотрен ряд негативных факторов, связанных с работой электропривода:

- возникновение перенапряжений в распределенных параметрах обмотки электродвигателя, в два и более раз превышающих приложенное напряжение;
- пробой изоляции силовых кабелей, питающих погружные установки центробежных насосов;
- питание частотно-регулируемого электропривода по длинному кабелю снижает КПД системы «привод – двигатель» на 10 % и более.

Предполагаемая причина возникновения этого ряда негативных факторов – влияние высокочастотных составляющих напряжения, формируемого преобразователем частоты. Приведены результаты экспериментов и исследований, проведенных с целью измерения частотных характеристик сопротивления силового кабеля, питающего погружную установку центробежного насоса, параметров его изоляции, передаточной характеристики силового фильтра. По полученным данным измерений предложены рациональные пути решения поставленной задачи.

Lukashov V. M., Kukhareenko S. N., Kryshneu Y. V. The Influence of High Frequency Component of the Signal on the Insulation of Power Cable at the Oil Producing Station

The research data on revealing major causes of power cable failures at the oil producing station are presented. Specific feature of the stations under study consists in that variable frequency electric drives are applied for regulation of a submersible centrifugal pump by the frequency of supply voltage. A number of negative factors connected with the operation of the electric drive are considered:

- occurrence of over-voltages in distributed parameters of electric motor windings which are two or more times greater than the applied voltage;
- breakdown of the insulation of power cables supplying power to submersible centrifugal pumping units;
- power supply to variable frequency electric drive by long cable results in reducing the efficiency of the system «electric drive – motor» by 10 % or more.

Supposed cause for the occurrence of these negative factors is the influence of high frequency components of voltage generated by the frequency converter. The data of experiments and studying are presented carried out for measuring frequency characteristics of the resistance of power cable supplying power to the submersible centrifugal pumping unit, its insulation parameters, transfer characteristic of the power filter. Using the data obtained efficient ways of solution the task assigned are proposed.

УДК 338.43

Пархоменко Н. В., Мандрик И. С. Управление устойчивым развитием сельского хозяйства в условиях экологодестабилизированных регионов

Рассмотрена сущность устойчивого развития сельского хозяйства и обоснованы его элементы. Выявлены проблемы достижения устойчивости развития сельскохозяйственной отрасли в условиях радиоэкологического загрязнений территорий. Приведена нормативно-правовая база управления устойчивым развитием сельского хозяйства Беларуси. Разработана и обоснована структурная схема управления устойчивым развитием сельского хозяйства.

Parhomenko N. V., Mandrik I. S. Management of Sustainable Development of Agriculture in the Conditions of Ecologically Destabilized Regions

The nature of sustainable development of agriculture is considered and its elements are substantiated. The problems of achieving sustainability of agriculture industry development in the conditions of radioecologic pollution of the territories are revealed. Regulatory and legal basis for managing sustainable development of agricultural economy of the Republic of Belarus is presented. A block diagram for management of sustainable development of agriculture is developed and substantiated.

УДК 338.43+338.24

Щукина Л. В. Агрокластеры как инструмент обеспечения устойчивого инновационного развития сельского хозяйства региона

Рассмотрены экономические предпосылки, условия, принципы создания региональных кластеров в аграрной сфере. Выявлены преимущества кластерной формы организации сельскохозяйственной деятельности на макро-, мезо- и микроуровнях управления сельской экономикой. Проанализированы функции основных секторов агрокластера и их роль в области достижения устойчивости развития сельского хозяйства региона.

Schukina L. V. Agroclusters as the Instrument of Ensuring Sustainable Innovative Development of the Region Agriculture

Economic prerequisites, conditions and principles of creation of regional clusters in the agrarian sphere are discussed in this paper. Advantages of the cluster form of organization of agricultural activity on macro, meso and micro levels of management of rural economy are revealed. The functions of the main sectors of agrocluster and their role in achieving sustainability of the region agriculture development are analyzed.