

РЕЗЮМЕ

УДК 536.2.01

Шабловский О. Н., Кроль Д. Г., Концевой И. А. Диффузионно-кинетические процессы в неравновесных теплофизических системах с источниками энергии. Часть 1. Дисперсия нелинейных тепловых волн

Изучена дисперсия тепловых волн в одномерной системе «среда – источник энергии». Нелинейные свойства этих теплофизических систем обусловлены зависимостью объемных источников энергии от температуры. На левой границе области тепловой резонатор возбуждает колебания температуры, а скорость движения правой границы подчиняется кинетическому соотношению, содержащему нелинейную (тригонометрическую либо экспоненциальную) зависимость от температуры самой границы. Получены дисперсионные соотношения. Установлен характер влияния теплофизических параметров системы на вид дисперсии (нормальный либо аномальный). Показано, что при одном и том же кинетическом законе движения границы вид дисперсии определяется не только амплитудно-частотными свойствами резонатора, но и режимом (гладкий либо разрывной) возбуждения колебаний. Для 2D систем «среда – источник энергии» представлены три примера пространственно-периодических стационарных состояний, содержащих разрыв, на котором действует внешний для данной среды источник энергии.

Shablovsky O. N., Krol D. G., Kontsevoi I. A. Diffusion and Kinetic Processes in Non-equilibrium Thermophysical Systems with Energy Sources. Part 1. Dispersion of Nonlinear Heat Waves

The dispersion of heat waves in the 1D “medium – energy source” system has been studied. The nonlinear properties of these thermophysical systems are driven by the fact that volume energy sources are dependent on the temperature. At the left area boundary the thermal resonator excites temperature oscillation, and the speed of the right area boundary obeys a kinetic relation containing a nonlinear (trigonometric or exponential) dependence on the temperature of the boundary itself. Dispersion relations have been obtained. The nature of the influence of the system thermophysical parameters on the dispersion type (normal or abnormal) has been defined. It is shown that having the same kinetic law of the boundary motion, the dispersion type is determined not only by the amplitude and frequency properties of the resonator, but also by the mode (smooth or discontinuous) of the oscillations excitation. For the 2D “medium – energy source” systems, three examples of spatial periodic stationary states are presented containing a discontinuity on which an external energy source acts for a given medium.

УДК 621.9.02

Михайлов М. И., Кирпичев Е. А. Влияние способа обработки на статическую точность при фрезеровании осесимметричной детали

Приведены результаты численных теоретических исследований напряженно-деформированного состояния заготовки при фрезеровании концевыми фрезами. Получены распределения эквивалентных перемещений в заготовке и элементах ее крепления. Установлено влияние конструктивных параметров концевой фрезы и способа обработки на статические показатели точности.

Mikhailov M. I., Kirpichev E. A. Processing Method Influence on the Static Accuracy During Milling of an Axisymmetric Part

The results of numerical theoretical studies of the stress-strain state of the workpiece during milling by end mills are presented. The distributions of equivalent displacements in the workpiece and its fastening elements have been obtained. The influence of the end mill design parameters and the processing method on the static accuracy indicators has been established.

УДК 621.777:621.79

Бельский А. Т., Иноземцева Н. В. Теоретическое исследование напряженного состояния в очаге деформации при формировании покрытия в процессе волочения

Представлены теоретические исследования с целью получения зависимости для определения нормального напряжения в слое покрытия и растягивающего напряжения в сердечнике на первом участке формирования покрытия в процессе волочения.

Belsky A. T., Inozemtseva N. V. Theoretical Study of the Stress State in the Deformation Zone during Coating Formation while Drawing

Theoretical studies are presented to obtain a relationship for determining normal stress in the coating layer and tensile stress in the core in the first portion of the coating formation during drawing.

УДК 631.363

Попов В. Б. Влияние подъемно-навесного устройства на перераспределение нагрузки на колесах сельскохозяйственного трактора

Разработано формализованное описание функциональной взаимосвязи между реакцией на опорном колесе навесного плуга и параметрами подъемно-навесного устройства сельскохозяйственного трактора. По полученным результатам в зависимости от требуемой реакции на опорном колесе уточняются внутренние параметры подъемно-навесного устройства. Связи между геометрическими и силовыми параметрами подъемно-навесного устройства трактора, с одной стороны, и опорными реакциями на колесах трактора с другой, в статье представлены в виде аналитических выражений.

Popov V. B. The Influence of the Lift and Mounted Device on the Load Transfer on the Agricultural Tractor Wheels

A formalized description of the functional relationship between the reaction on the support wheel of the mounted plow and the parameters of the lift and mounted device of the agricultural tractor is developed. According to the obtained results, depending on the required reaction on the support wheel, the internal parameters of the lift and mounted device are specified. In the article the relationships between the geometric and power parameters of the lift and mounted tractor device, and the support reactions on the tractor wheels, are presented in the form of analytical expressions.

УДК 631.3:621.9

Суторьма И. И. Оптимизация статического и динамического процессов при численном моделировании центробежных насосов

Рассмотрены вопросы повышения точности результатов расчета гидродинамического режима центробежных насосов при математическом моделировании на основе системы дифференциальных уравнений в частных производных Навье-Стокса. Проводились три серии численных экспериментов по адаптации метода конечных объемов для стационарного режима работы центробежного пожарного насоса ПН-40У в системе COSMOSFloWorks. Получены рекомендации по разбиению расчетной области на две части, с неподвижной и вращающейся системами координат, размерам расчетной сетки, а также длине выходного патрубка насоса для устранения эффекта пересечения границ расчетной области вихревыми потоками.

При удлинении выходного патрубка одноступенчатого центробежного насоса (с диаметром рабочего колеса 0,3–0,5 м) до 500 мм погрешность расчетов общего, статического и динамического давлений, а также расхода на сетке $60 \times 132 \times 36$ ячеек не превышает 5 %.

Sutorma I. I. Optimization of the Static and Dynamic Processes in the Numerical Simulation of Centrifugal Pumps

The issues on increasing the calculation accuracy of the hydrodynamic mode of centrifugal pumps in mathematical modeling have been considered based on the system of the Navier Stokes partial differential equations. Three sets of numerical experiments have been conducted on adapting the finite volume method for the stationary operation mode of the PN-40U centrifugal fire pump in the COSMOSFloWorks system. The recommendations have been received on dividing the computational domain into two parts, with fixed and rotating coordinate systems, the size of the computational grid, and the pump outlet length to eliminate the effect of crossing the boundaries of the computational domain by vortex flows.

When the single-stage centrifugal pump outlet (with impeller diameter of 0.3–0.5 m) is lengthen to 500 mm, the error in calculating the total, static and dynamic pressures and the flow rate on a 60 x 132 x 36 grid does not exceed 5 %.

УДК 621.891:620.22

Пасовец В. Н., Ковтун В. А. Технологические особенности введения наноразмерных компонентов в порошковые композиты на основе меди

Экспериментально изучено влияние предварительной механоактивации компонентов порошковой системы «медь – наноструктуры углерода» на процессы распределения и закрепления нанодисперсного наполнителя в металлической матрице. Представлен энергетический расчет процесса предварительной механоактивации порошковых систем «медь – наноструктуры углерода». Исследование влияния времени механоактивации исходных компонентов на прочность получаемого композиционного материала показало, что превышение оптимальной длительности процесса механоактивации приводит к снижению прочности композита на основе системы «медь – наноструктуры углерода».

Pasovets V. N., Kovtun V. A. Technological Features of Introducing Nanoscale Components Into Copper-Based Powder Composites

The effect of preliminary mechanical activation of the “copper – carbon nanostructures” powder system components on the processes of distribution and fixation of a nanodispersed filler in a metal matrix has been experimentally studied. The energy calculation of the process of preliminary mechanical activation of “copper – carbon nanostructures” powder systems is presented. The study of the influence of mechanical activation time of the starting components on the strength of the obtained composite material has shown that exceed in the process optimal duration of the mechanical activation leads to a decrease in the strength of the composite based on the “copper – carbon nanostructure” system.

УДК 621.3.019.34

Капустин А. Г., Карачун О. Г. Особенности формирования алгоритма диагностирования систем электроснабжения современных воздушных судов

Посвящена разработке алгоритмов диагностики систем электроснабжения коммерческих самолетов с полностью электрифицированным оборудованием.

Выполнен краткий обзор современной концепции усовершенствования бортовых систем воздушных судов, описаны современные методы диагностики систем на борту воздушных судов, сформулированы цель работы и ее задачи, рассмотрен подход к определению зоны допустимых значений для диагностируемых параметров на основании установленных причинно-следственных связей между компонентами системы электроснабжения воздушного судна с полностью электрифицированным оборудованием. Сформирована таблица состояний системы электроснабжения и на ее основе составлено уравнение булевой алгебры, описывающее все отказы. Посредством таблицы состояний и уравнения булевой алгебры была разработана логическая модель работы диагностиче-

ской системы. Эффективность алгоритмов, описанных в статье, подтверждается результатами имитационного моделирования в среде Matlab.

Kapustin A. G., Karachun O. G. Algorithm Formation Features for Diagnosing the Power Supply Systems of Modern Aircraft

The article focuses on the development of diagnostic algorithms for power systems of commercial aircraft with fully electrified equipment.

A brief review of the modern concept of improving the onboard aircraft systems has been performed. Modern methods for diagnosing systems on board aircraft have been described. The research object and objectives have been formulated. The approach to determining the zone of permissible values for diagnosable parameters based on established cause-and-effect relationships between the aircraft power supply system components with fully electrified equipment has been considered. The chart of the power supply system states is compiled. Based on the chart the Boolean algebra equation has been compiled, that describes all failures. Based on the state chart and the Boolean algebra equation, the logical model of the diagnostic system operation has been developed. The effectiveness of the algorithms described in the article is confirmed by the results of simulation in the Matlab.

УДК 681.518

Зализный Д. И., Внуков М. О. Имитационная модель электрогенератора для проезжей части

Предложена имитационная Simulink-модель для электрогенерирующей установки, находящейся под искусственным возвышением на проезжей части автомобильной дороги. В модели реализованы механическая и электрическая части установки, а также обратная связь между ними. Используются Simulink-библиотеки SimScape и SimPowerSystems. Механическая часть представлена элементами, преобразующими поступательное движение во вращательное. Электрическая часть реализована на основе модели синхронной машины и ее нагрузки.

Выполнена имитация наезда на искусственное возвышение, имеющее высоту 0,1 м, автомобиля массой 2000 кг двумя парами колес. В результате значение сгенерированной электрической энергии составило 1264 Вт·с, а КПД всей установки – около 60 %.

Разработанная имитационная Simulink-модель может быть использована на этапах проектирования и технико-экономического обоснования применения электрогенерирующих систем для проезжей части. Для окончательной проверки точности данной модели необходима действующая экспериментальная установка.

Zalizny D. I., Vnukov M. O. Simulation Model of an Electric Generator for the Roadway

A simulation Simulink model is proposed for an electric power unit located under artificial hump on the roadway. The model has mechanical and electrical parts with the feedback between them. SimScape and SimPowerSystems Simulink libraries have been used. The mechanical part is represented by elements that convert translational motion into rotational one. The electrical part is implemented based on the model of the synchronous machine and its load.

The simulation has been conducted when a car weighing 2000 kg runs over the artificial hump with a height of 0.1 m with two pairs of wheels. As a result, the value of the generated electric energy was 1264 wt per sec, and the efficiency of the entire installation was about 60 %.

The developed simulation Simulink model can be used at the design and feasibility study stages of the use of electricity generating systems for the roadway. For a final verification of the model accuracy, an operating experimental setup is required.

УДК 621.313

Рудченко Ю. А. Определение предельно допустимых токов силовых четырехжильных кабелей до 1 кВ при питании потребителей с нелинейной нагрузкой в программе Elcut

Показан алгоритм определения предельно допустимых токов силовых четырехжильных кабелей до 1 кВ при питании потребителей с нелинейной нагрузкой в программе Elcut. Определение предельно допустимой токовой нагрузки в данной программе возможно путем решения задач нестационарного магнитного поля и стационарной теплопередачи методом перебора решений. Найденные показанным в работе способом значения токов позволяют проводить выбор сечения кабелей с учетом их дополнительного нагрева токами высших гармоник.

Rudchenko Y. A. Determination of the Maximum Permissible Currents of Power Four-Core Cables up to 1 kV while Powering Consumers with Non-Linear Load in the Elcut Program

The article shows the algorithm for determining the maximum permissible currents of power four-core cables up to 1 kV while powering consumers with non-linear load in the Elcut program. In this program the determination of the maximum permissible current load is possible by solving problems of unsteady magnetic field and stationary heat transfer using the search method. The current values found by the method shown in this article make it possible to select the cable cross-section taking into account their additional heating by higher harmonics currents.

УДК 556.314:662.276(476)

Порошин В. Д., Качура И. В., Козырева С. В., Порошина С. Л., Семенова В. А. К вопросу изучения засоленных коллекторов Припятского прогиба геофизическими методами

Рассмотрено состояние исследований и промысловых работ по изучению засоленных коллекторов Припятского прогиба и юга Сибирской платформы геофизическими методами. Показано, что ведущими нефтегазовыми компаниями России, занимающимися освоением углеводородных ресурсов Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции, с помощью внешних и внутренних экспертов разработан и эффективно применяется ряд промыслово-геофизических методов выделения в разрезе скважин засоленных интервалов, определения фильтрационно-емкостных свойств пород и степени их засоления. Белорусские специалисты только приступили к решению данных задач.

Детальный анализ результатов изучения засоленных коллекторов в нефтегазоносных комплексах Припятского прогиба, обобщение теоретических разработок и накопленного опыта использования лабораторных и промыслово-геофизических данных для выделения и оценки качества засоленных коллекторов в Восточной Сибири позволили авторам обобщать подходы к апробации или адаптации разработанных в РФ методов интерпретации данных ГИС применительно к условиям нефтяных месторождений Беларуси.

Poroshin V. D., Kachura I. V., Kozyreva S. V., Poroshina S. L., Semenova V. A. Study of Saline Reservoirs of the Pripyat Trough by Geophysical Methods

The state of research and field work on the study of saline reservoirs of the Pripyat Trough and the south of the Siberian Platform by geophysical methods has been considered. It is shown that the leading oil and gas companies in Russia engaged in the development of hydrocarbon resources of the Lena-Tungusk oil and gas province, with the help of external and internal experts, have developed and effectively applied a number of field geophysical methods for separating saline intervals in the well logs and determining the reservoir properties of rocks and the degree of their salinization. Belarusian specialists have just begun to solve these problems.

The detailed result analysis of studying saline reservoirs in the oil and gas complexes of the Pripyat Trough, a synthesis of theoretical developments and experience of using laboratory

and field geophysical data to separate and assess the quality of saline reservoirs in Eastern Siberia have allowed the authors to substantiate approaches to approbation or adaptation of methods for interpreting GIS data developed in the Russian Federation as applied to the conditions of oil fields in Belarus.

УДК 622.276(476)

Кученев В. О., Ракутько А. Г., Асадчев А. С. Сводная оценка коррозионной стойкости отдельных марок стали нефтегазопроводных труб для РУП «Производственное объединение «Белоруснефть»

Добываемая продукция нефтяных месторождений РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» является коррозионно-агрессивной, что вызывает интенсивный износ нефтепромысловых трубопроводов в основном по причинам внутренней коррозии. Поэтому для решения задачи защиты их от коррозии был выбран метод подбора трубопроводов, выполненных из труб различных марок сталей, на оборудовании (испытательном стенде) «АА-КОНКОР», разработанном в БелНИПИнефть, позволяющем моделировать фактические условия эксплуатации нефтепромысловых трубопроводов (давление, температура, скорость движения перекачиваемой среды и содержание в ней агрессивных компонентов).

В результате проведенных стендовых исследований установлено, что стали различного материального исполнения имеют различную коррозионную стойкость при идентичных условиях испытания. В сравнении с типичными применяемыми в настоящее время трубопроводами, выполненными из стали марки 20, при условии применения нефтепромысловых трубопроводов из стали марки 13Cr срок их эксплуатации может быть увеличен в два раза.

Kuchenev V. O., Rakutko A. G., Asadchev A. S. Summary Assessment of the Corrosion Resistance of Specific Steel Grades of Oil and Gas Pipes for RUE “Production Enterprise “Belorusneft”

Oil products produced by RUE “Production Enterprise “Belorusneft” are corrosive, it causes intensive wear of oil field pipelines mainly due to internal corrosion. Therefore, to solve the corrosion problem, the method of selecting pipelines made of various steel grades has been chosen, on the AA-KONKOR equipment (test bench) developed at BelNIPIneft. The bench allows to simulate the actual operating conditions of oil field pipelines (pressure, temperature, speed of pumped medium movement and the content of aggressive components in it).

As a result of bench tests, it has been found that various steel grades have different corrosion resistance under identical test conditions. In comparison with the typical pipelines, made of steel grade 20, implementation of 13Cr steel can prolong their operation by 2 times.

УДК 339.56+303.723

Vinnik O. G., Hu Xiaogi Forecasting the Mutual Trade Volume Between the Republic of Belarus and China Based on Correlation and Regression Analysis

This paper researches the factors that affect the international trade between Belarus and China, analyzes their changes, and determines the main factors. On this basis, it analyzes the main trends and forecasts of the international trade between the countries under study.

Винник О. Г., Ху Сяоци Прогнозирование объема товарооборота между Республикой Беларусь и Китаем на основе корреляционно-регрессионного анализа

Определен перечень факторов, которые оказывают влияние на объем торговли между Республикой Беларусь и Китаем. На основе статистических данных выполнен анализ их изменения, выявлены наиболее важные факторы и установлены роль и направление влияния на взаимную торговлю указанных факторов. Проведены анализ основных тенденций и прогнозирование изменения товарооборота между Республикой Беларусь и Китаем.