

Szymaniak M., Gardzilewicz A., Paschenko N. and Nagorny I. Performance analysis of a new LP stage located upstream the extraction point in a 225 MW turbine3–8

A new design of steam turbine stages upstream an extraction point is presented. In this solution a special ring guides the steam leakage flow directly to the heat exchanger. The solution is based on the use of special ring, which directs a jet of steam flow, formed by the intersection at the rotor radial gap, directly through the heat exchanger adjustable selection. The experiments and calculations have confirmed advantages of the new design as manifested by turbine operating features and efficiency. The design has been applied in 30 old turbines with Baumann stages. Recently, the patent was used in the LP exit ND-41A of modernized 225 MW turbines in the Polaniec and Kozienice power plants. It is planned to use this approach for all designs of steam turbines, in which the blades of the rotor before extraction of steam are made without bandage seals. The aforementioned solution can also be used in the design of thermal turbines, in which flows in the extraction are much higher and changes in consequently operation of the machine, but it is necessary to conduct appropriate studies and numerical analysis.

Keywords: steam turbine, low pressure cylinder, rotor, extraction chamber.

В статье представлено новое решение, позволяющее повысить эффективность проточной части паровых турбин цилиндра низкого давления в районе нерегулируемого отбора пара. Решение основано на применении специального кольца, которое направляет струю потока пара, образованную пересечением в радиальном зазоре рабочего колеса, непосредственно в теплообменник через нерегулируемый отбор. Экспериментальные и расчетные исследования подтвердили преимущества и эффективность новой конструкции по сравнению с исходной, в которой протечка пара из радиального зазора попадала в выходную ступень. Данная разработка внедрена на 30 турбинах со ступенями Баумана. В настоящее время решение используется в модернизированной выходной части низкого давления турбины мощностью 225 МВт на электростанциях Полянца и Козенице в Польше. Планируется использовать данный подход для всех конструкций паровых турбин, в которых лопатки рабочего колеса ступени перед отбором пара выполнены без надбандажного уплотнения. Вышеупомянутое решение также может быть использовано в конструкциях тепловых турбин, в которых потоки в отборах намного выше и меняются вследствие эксплуатации машины, но для этого необходимо провести соответствующие численные исследования и анализ.

Ключевые слова: паровая турбина, цилиндр низкого давления, рабочее колесо, камера отбора.

References

1. Gardzilewicz, A., Marcinkowski S. (1995). Diagnosis of LP Steam Turbine prospects of Measuring Technique. Joint Power Generation, 349–358.
2. Gardzilewicz, A. (1995). Analysis of Regenerative Extractions of Turbine Based on Thermal Measurements in Power Plants. VDI Berichte, 427–443.
3. Gardzilewicz, A., Marcinkowski S. (1997). Stage of Steam Turbine. Patent No 160-805. Warsaw, Poland (in Polish), 4 p.
4. Gardzilewicz, A., Marcinkowski S., Sobera H., Jozefowicz Z. (1994). Experimental Experience of Patent No. 160-805 Application in 200 MW Turbines. Energetyka, No. 3, 73–78.
5. Gardzilewicz, A. et al. (2002). Proposal of Modernisation of System Turbine Stage. Task Quarterly 6, No. 4, 577–581.
6. Gardzilewicz, A., Marcinkowski S., Szymaniak M. (2009). Surveys and Erosion Threat Analysis of Lasts Stages of 225 MW Turbine (Power Unit 3) in Kozienice Power Station. Diagnostyka Maszyn Ltd., No. 6/09, 98 p.
7. Gardzilewicz, A. et al. (2009). Application of new Solution for LP Stages in the Power Unit No. 3 in Polaniec Power Station. Diagnostyka Maszyn Ltd., No. 26/10, 152 p.
8. Gardzilewicz, A., Marcinkowski S. (1993). Investigations of steam flow in the LP part of 225 MW Modernised Turbine (Power Unit 4) in Polaniec Power Station. Diagnostyka Maszyn Ltd., No. 6/93, 132 p.
9. Szymaniak, M. et al. (2009). CFD Technique Applied for the Modernisation of a Steam Turbine Construction in the Regenerative Extraction Area. Proc. IX ISAIF, Gyeongju (Korea).
10. Gardzilewicz, A., Gluch, J., Bogulicz, M., Uzieblo, W. (1993). DIAGAR Program Version 2002. Diagnostyka Maszyn Ltd., No. 28/02, 251 p.

11. Badur, J., Slawinski, D. (2008). Strength and Dynamic Calculation for the Patent No. P160-805. Diagnostyka Maszyn Ltd., No. 05/08, 58 p.
12. Graczyk, P., Graczyk, T., Gronert, J. (2008). Technology of manufacturing and assembly of ring in the steam turbine. Posteor Ltd., No. 07/08, 72 p.

Heat Transfer in Engineering Constructions

Buchko A. V. and Kostikov A. O. Influence of eccentricity on heat transfer in borehole counterflow heat exchanger of tube-in-tube type.9–12

Heat exchangers of tube-in-tube type are widely used in the vertical borehole heat exchangers and other technical equipments. In practice, because of the design features of the channels or assembly inaccuracies appear eccentricity. In the cross-section integral value of the heat flux through the inner tube becomes different from the similar value in the case of concentric tubes. In this paper, investigated the influence of eccentricity on the magnitude of the heat flux through the inner tube of counterflow heat exchanger of "tube in tube" type. This problem is considered as an example of vertical borehole heat exchanger. Mathematical model of thermal processes, is based on a system of equations which includes the equations of thermal conduction, the continuity equation, the energy equation, Reynolds-averaged Navier–Stokes equation. The standard k - ϵ turbulence model was used to close the system of equations. The calculations were performed for different variants of displacement of the inner tube and the coolant rate. As a result, a series of computing experiments obtained functional dependence of the heat flux from the value of displacement. In case of ignoring the eccentricity during the thermal calculation the inaccuracy can be up to 12%. The received results can be used for thermal calculations in annular channels with eccentric of borehole heat exchangers and other technical devices.

Key words: borehole heat exchanger, counterflow heat exchanger, eccentricity, geothermal power engineering.

Теплообменные аппараты типа "труба в трубе" широко используются в вертикальных скважинных теплообменниках и другом техническом оборудовании. На практике из-за конструктивных особенностей каналов либо неточности сборки появляется эксцентриситет. При этом в поперечном сечении интегральная величина теплового потока через внутреннюю трубу становится отличной от аналогичной величины в случае соосных труб. В данной работе исследуется влияние эксцентриситета на величину теплового потока через внутреннюю трубу противоточного теплообменного аппарата типа «труба в трубе». Данная задача рассмотрена на примере вертикального скважинного теплообменного аппарата. Математическая модель теплофизических процессов, построена на базе системы уравнений, которая включает в себя уравнения: теплопроводности, неразрывности, энергии, движения вязкой жидкости Навье–Стокса, осредненное по Рейнольдсу. Для замыкания системы уравнений использовалась стандартная k - ϵ -модель турбулентности. Расчеты были проведены для различных вариантов смещения внутренней трубы и расхода теплоносителя. В результате серий вычислительных экспериментов получена функциональная зависимость теплового потока от величины смещения. В случае игнорирования эксцентриситета при проведении теплового расчета погрешность может составить до 12%. Полученные результаты могут быть использованы для проведения тепловых расчетов в кольцевых каналах с эксцентриситетом скважинных теплообменников и в других технических устройствах.

Ключевые слова: скважинный теплообменник, противоточный теплообменник, эксцентриситет, геотермальная энергетика.

References

1. Galitseyskiy B. M., Danilov Yu. I., Dreytser G. F., Koshkin V. N. Heat exchange in power generating systems of spacecrafts. *Moscow, Mashinostroenie Publ.*, 1975, 272 p (in Russian).
2. Starovoytenko E. I., Minaev B. P. Heat exchange and resistance in channels for laminar fluid flow. *Heat and mass transfer*, 1972, vol. 1, no. 1, pp. 245–249 (in Russian).
3. Scherban A. N., Tsiurulnikov A. S., Merzlyakov E. M., Ryizhenko I. A. The systems of extraction of Earth crust heat and the methods of their calculation. *Kiev, Nauk. dumka*. 1986, 240 p (in Russian).
4. Rees S., Spittle J., Deng Z. A study of geothermal heat pump and standing column well performance. *ASHRAE Transactions*, 2004, № 110 (1), pp. 3–13
5. Kujawa T., Nowak W. Shallow and Deep Vertical Geothermal Heat Exchangers as Low Temperature Sources for Heat Pumps. *Proc. World Geothermal Congress 2000*. Kyushu–Tohoku, Japan, May 28 – June 10, 2000, pp. 3477–3479.

6. Tsentsiper A. I., Kostikov A. O., Goloschapov V. M. Receiving thermal energy from waste oil and gas wells. *Oil and gas industry*, 2009, no. 3, pp. 41-43 (in Russian).

Tarasova V. A. Numerical and experimental study of the thermodynamic efficiency of heat pumps..... 13–20

Proposed the methodology of monitoring of heat pump allows real-time to exercise thermodynamic testing of the heat pump for a limited amount of measured parameters, including operation at partial load. The essence of the technique is that on the basis of data thermodynamic efficiency statistics catalogs of manufacturers of chillers and heat pumps the regression equation is formed for determine the loss of irreversibility in the cycle. This relationship serves as the reference characteristics of heat pump for his diagnosis in real time, with only available data on the coolant temperature at the inlet of the evaporator and condenser, as well as indications of heat and electricity. Monitoring of the heat pump VMN430L in the heating system of the office building showed that this model is mainly operated in partial load operation. This led to a substantial increase in the amount of internal energy dissipation in the cycle and as a result increased power consumption. While reducing the cooling capacity by 50% with respect to full load the irreversibility losses varied by only in 1%. In addition, while raising the temperature of ambient air and below 0 °C and increasing its humidity to 85% significantly reduces the effectiveness of heat pump. Thus, our monitoring showed the ineffectiveness of this model. By the way, it should be noted that revealed by the settlement and pilot testing shortcomings are not typical for the current generation of chillers and heat pumps (for example, chillers Clivet, Trane).

Keywords: heat pump, semi-empirical thermodynamic model, monitoring, exergy coefficient of performance.

Предложена новая методика тестирования термодинамической эффективности теплового насоса, которая позволяет по ограниченному числу измеряемых параметров оценить энергоёмкость выработанного тепла. С использованием энтропийно-статистического подхода Гордона–Нджусформирована полуэмпирическая термодинамическая модель, позволяющая учесть реальную величину внутренней диссипации энергии в цикле и оценить эффективность теплового насоса при работе с частичной нагрузкой. Создан программный комплекс по обработке результатов мониторинга теплонасосной системы тепло- и холодоснабжения административного здания в режиме реального времени. По результатам тестирования работы теплового насоса VMN430L выявлено, что он эксплуатируется в режиме неполной загрузки (80%). Это приводит к увеличению потерь от необратимости в цикле на 7,3÷10% по сравнению с режимом полной загрузки.

Ключевые слова: тепловой насос, термодинамическая эффективность, мониторинг, эксергетический коэффициент преобразования.

References

1. Klepanda, A.S., Tarasova, V.A., Berezko, J.V. (2014). The method of monitoring thermodynamic efficiency of the heat pump. *East European Journal of advanced technologies*. 2/8 (68), 3–8.
2. Brodyansky, V.M. (2011). Dostupnaja energija Zemli i ystojchivoe razvitie system zhizneobespechenija. 2. Resursi Zemli. *Tehn. gazi*, 3, 48 - 63.
3. Matsevytiy, Y.M., Bratuta, E. G., Kharlampidy, D.Kh., Tarasova, V.A. (2014). Sistemno-strukturniy analiz parokompressornih termotransformatorov. Kharkov. Institut problem mashinostroeniya im. A.N. Podgornogo NAN Ukraini, 269 c.
4. Adam, W., James, E. (2008). Fault Detection and Diagnostics for Commercial Coolers and Freezers. Her-rick Laboratories, School of Mechanical Engineering, Purdue University, West Lafayette. USA, July 14-17, 1–10.
5. Nooman, A. M., Miller, N. R., Bullard, C. W. (1999). Fault Detection and Diagnosis in Air Conditioners and Refrigerators. Air Conditioning and Refrigeration Center University of Illinois Mechanical & Industrial Engineering Dept. 101 p.
6. .Grimmelius, H.T., Woud, J.K., Been, G. (1995). On-line failure diagnosis for compression refrigeration plants. *Int. J.Refrigeration*. 18, 31 – 41.
7. Rossi, T.M., Braun, J.E. (1997). A statistical rule-based fault detection and diagnostic method for vapor compression air conditioners. *HVAC&R Research*. 3, 19 – 37.
8. Li, H., Braun, J.E. (2007). A Methodology for Diagnosing Multiple Simultaneous Faults in Vapor-Compression Air. Conditioners. *HVAC&R Research*. 13, 369 – 395.
9. Piacentino, A., Talamo, M. (2013). Critical analysis of conventional thermoeconomic approaches to the diagnosis of multiple faults in air conditioning units: capabilities, drawbacks and improvement directions. A

- case study for an air-cooled system with 120 kW capacity. International Journal of Refrigeration. 36, Issue 1, 24 – 44.
10. Gordon, J. M., Ng, K. S. (1994). Thermodynamic Modeling of Reciprocating Chillers. J Appl. Phys. 75, 2769 – 2779.
 11. Gordon, J. M., Ng, K. S., Chua, H. T. (1995). Centrifugal chillers: Thermodynamic modeling and diagnostics case study. Int. J Refrig. 18(4), 253 – 257.
 12. Gordon, J. M., Ng, K. C. (2001). Cool Thermodynamics. The Engineering and Physics of Predictive, Diagnostic and Optimization Methods for Cooling Systems. Cornwall. England: MPG Books Ltd. 276 p.
 13. Andronov, A.M., Kopytov, E.A., Gringlaz, L.Y. (2004). The theory of probability and mathematical statistics. Piter. 461 p.
 14. Ust, Y., Akkaya, A. V., Safa, A. (2011). Analysis of a vapor compression refrigeration system via exergetic performance coefficient criterion. J Energy Inst. 84(2), 66 – 72.
 15. Herbas, T. B., Berlinck, E. C., T. Uriu, C. A., Marques, R. P., Parise, J. A. R. (1993). Steady-State Simulation of Vapor-Compression Heat Pump. Int. J. Ener. Res. 17, 801 – 816.

Dynamics and Strength of Machines

Ainabekov A. I., Suleimenov U. S., Avramov K. V., Kambarov M. A., Serikov T. T. and Abshenov C. A. Experimental analysis of prestressed pipelines vibrations.....21–27

The data of experimental analysis of prestressed pipelines vibrations under the action of dynamic loads are presented. Resistance strain gages are used as a sensing device for strains measure. Direct – writing oscillograph and amplifier are used for secondary gaging equipment. The measurements of dynamic displacements are carried out by ring transducer. Shaker is used to excite the structure vibrations. The parameters of the structure free vibrations (eigenfrequencies and damping decrement) are investigated experimentally. The influence of the prestress in pipelines on this parameters is analyzed. The influence of the wire winding on strength and dynamics of pipelines is investigated experimentally. It is shown that the wire winding on the pipeline can be used to protect the structure on seismic excitation. It is possible to drive the dynamic properties of the structure by selection of the pipeline taping parameters. The majority phenomena, which are discussed in this paper, can not be obtained by numerical computations.

Keywords: pipeline, dynamic characteristic, prestress, coil parameters.

Представлены результаты экспериментального анализа колебаний моделей предварительно напряженных трубопроводов при динамических воздействиях. Экспериментально изучено влияние намотки проволоки на статическую прочность и динамические характеристики магистральных трубопроводов. В качестве первичных преобразователей при измерений деформаций применяются одноэлементные тензорезисторы. Вторичной измерительной аппаратурой служил светолучевой осциллограф в комплекте с универсальным тензорезисторным кольцевым преобразователем перемещений. Для возбуждения колебаний в конструкции использовался виброэлектродинамический стенд. Экспериментально исследовались параметры свободных колебаний конструкций, к которым относятся собственные частоты и декременты колебаний. Анализировалось влияние на эти параметры предварительного напряжения в трубопроводах и эксплуатационных характеристик конструкции. Экспериментально обосновано, что наматывание проволоки на трубопровод может использоваться как способ сейсмической защиты конструкции. Тогда возможно управлять динамическими характеристиками конструкций подбором параметров обмотки трубы. Большинство явлений, описанных в статье, невозможно исследовать расчетными методами.

Ключевые слова: магистральный трубопровод, динамические характеристики, предварительное напряжение, параметры обмотки.

References

1. E.I. Beleniy. Prestressed bearing metallic structure. Moscow: Srojizdat, 1975.
2. E.I. Beleniy, S.M. Astryab, E.B. Ramazanov. Prestressed metallic sheet structure. Moscow: Srojizdat, 1975.
3. U. S. Suleimenov, A. B. Moldagaliev, N. Ch. Chanabay, M.K. Ukibaev. Application of prestressed metallic structures in petroleum refining industry. Science and Education of South Kazakhstan. 2005. №3.- p. 51-53.

4. A. I. Ainabekov, B.R. Arapov, U. S. Suleimenov. Terrestrial prestressed pipelines at working loads. Science and Education of South Kazakhstan. 2003. №35.- p. 12-14.
5. A. A. Voevodin. Prestressed elements of structures. Moscow: Srojizdat, 1989.
6. A. A. Ostsemin, V. Yu. Zavaruhin. Strength of shrouded pipeline at angle winding. Strength of materials. 1990.- № 11.- p. 100-105.
7. A.B. Puchovski. Increase of seismic stability of metallic structures by prestress. Stroitel'stvo i architectura. 1984.- №4. – p.10-13.
8. L. V. Andreev, A.P. Reshetilova, V.I. Ruzin. Influence of pre stress on limiting pressure of cylindrical shell. Strength of materials. 1986.- № 1.- p. 86-91.
9. V. Yu. Zavaruchin, A.A. Ostsemin. Limiting state of shrouded pipelines. Strength of materials. 1990.- № 1.- p. 76-81. Strength of materials. 1983.- № 12.- p. 78-79.

Applied Mathematics

Matsevity Yu. M., Safonov N. A. and Ganchin V. V. The solution of nonlinear inverse boundary problem of heat conduction28–36

In this paper, to obtain a stable solution of nonlinear inverse boundary problem of heat conduction the method of Tikhonov regularization with effectiveness-tive search algorithm regularizing parameter. Seeking the heat flux at the boundary of the time coordinate splines approximate Schoenberg first ste-interest. To apply the method of influence functions for the nonlinear heat conduction problem reduces it to a sequence of linear inverse boundary value problems using the diet-iteration process. This iterative process ends when the on-perëd specified accuracy for temperature recovery. The article presents a study on the use of the influence functions for approximating the solution of a linear edge-value problem of heat conduction. In particular it is shown that the influence functions are linearly independent in the time interval $(0, \infty)$ at a fixed spatial variable. This fact is used to identify the temperature at the boundary or inside the area. Conducted numerous computational experiments using functional stabilizing zero and first order, and an analysis of the impact of the variance of the random error of measurement error in the obtained solution. The results of computational experiments revealed that for the class of first-order regularization was more effective than the regularization of the zero order. Also, the results of computational experiments show that by increasing the number of points where the specified Expo experimental temperature, increases the accuracy of the identification.

Keywords: *inverse heat conduction problem, the method of weighted residuals in the form of Galerkin, heat flow, superposition principle, Tikhonov regularization method, stabilizer, regularization parameter, identification, approximation, Schoenberg splines of first degree.*

В данной работе для получения устойчивого решения нелинейной обратной граничной задачи теплопроводности применяется метод регуляризации А. Н. Тихонова с эффективным алгоритмом поиска регуляризирующего параметра. Искомый тепловой поток на границе по временной координате аппроксимируем сплайнами Шёнберга первой степени. Для применения метода функций влияния к нелинейной задаче теплопроводности сводим её к последовательности линейных обратных граничных задач, используя итерационный процесс. Данный итерационный процесс заканчивается при достижении наперёд заданной точности для восстановленной температуры. В статье представлено обоснование использования функций влияния для аппроксимации решения линейной краевой задачи теплопроводности. В частности, показано, что функции влияния линейно независимы на временном интервале $(0, \infty)$ при фиксированной пространственной переменной. Этот факт используется для идентификации температуры на границе или внутри области. Проведены многочисленные вычислительные эксперименты с использованием стабилизирующих функционалов нулевого и первого порядка, а также анализ влияния величины дисперсии случайной погрешности измерения на погрешность получаемого решения. В результате вычислительного эксперимента выяснилось, что для данного класса задач регуляризация первого порядка оказалась более эффективной, чем регуляризация нулевого порядка. Также результаты вычислительного эксперимента свидетельствуют, что при увеличении количества точек, в которых задана экспериментальная температура, точность идентификации возрастает..

Ключевые слова: *обратная граничная задача теплопроводности, метод взвешенных невязок в форме Галёркина, тепловой поток, принцип суперпозиции, метод регуляризации А. Н. Тихонова, функционал, стабилизатор, параметр регуляризации, идентификация, аппроксимация, сплайн Шёнберга первой степени.*

References

1. Hadamard J. (1902) Sur les problèmes aux dérivées partielles et leur significations physiques. Bull. Univ. Princeton, № 13: 82-88.
2. Hadamard J. (1932) Le problème de Cauchy et les équations aux dérivées partielles linéaires hyperboliques. Paris: Hermann, 542 p.
3. Bek J., Blackwell B., St. Clair Jr. Ch (1989) Nekorrektnye obratnye zadachi teploprovodnosti. Moscow, Mir, 312 p. (in Russian)/.
4. Matsevyt Ju. M. (2002-2003) Obratnye zadachi teploprovodnosti. Kyiv, Nauk. dumka, Volume 1: Metodologia, 408 p.; Volume 2: Prilogenia, 392 p. (in Russian).
5. Kozdoba L. A., Krukovskiy P. G. (1982) Metody reshenia obratnykh zadach teploperenosa. Kyiv, Nauk. dumka, 360 p. (in Russian).
6. Alifanov O. M., Artuhin E. A., Rumjantsev S. V. (1988) Extremalnye metody reshenia nekorrektnykh zadach. Moscow, Nauka, 288 p. (in Russian).
7. Tihonov A. N., Arsenin V. Ja. (1979) Metody reshenia nekorrektnykh zadach. Moscow, Nauka, 288 p. (in Russian).
8. Forsythe J., Malcolm V., Moler C. (1980) Mashinnye metody matematicheskikh vychisleniy. Moscow, Mir, 280 p. (in Russian).
9. Fletcher K. (1988) Chislennyye metody na osnove metoda Galerkina. Moscow, Mir, 352 p. (in Russian).
10. Lykov A. V. (1967) Teoriya teploprovodnosti. Moscow, Vyssh. shkola, 600 p. (in Russian).
11. Mihlin S. G. (1970) Variatsionnye metody v matematicheskoy fizike. Moscow, Nauka, 512 p. (in Russian).

Lytvyn O. M. and Slavik O. V. Research of lines of discontinuity of functions of two variables or their derivatives37–43

Image segmentation is the process of partitioning a digital image into multiple regions or sets of pixels. The result of image segmentation is a set of regions that collectively cover the entire image, or a set of contours extracted from the image. All of the pixels in a region are similar with respect to some characteristic or computed property, such as color, intensity, or texture. To increase results of image processing used image preprocessing methods (for example linear contrast method). After image preprocessing for image used edge detection methods. Edge detection methods can be grouped into two groups: based on gradient and based on Laplace operator. In the given work are presented the following methods to identify edges, such as the Roberts method, Sobel method, Prewitt method, Scharr method, Kirsch method, Robinson method and Canny method. Separately discussed the newest methods of detecting discontinuous that are presented in works Lytvyn O.M., Pershina Y.I. and Lytvyn O.M., Nefedova I.V. The basis of these methods are determinations of ε -continuous and $d\varepsilon$ -continuous respectively. Also in given work proposed a newest method for detecting $d^k\varepsilon$ -discontinuous. The basis of this method is determination of $dk\varepsilon$ -continuous. Unlike the methods suggested above, this method detects discontinuous in the function and some of its derivatives. For the proposed method shown detailed algorithm for finding the lines of discontinuity of the function of two variables with discontinuities of the function and some of her derivatives using $d^k\varepsilon$ -discontinuous splines. The results of the given work can be used in the problems of mineral exploration with seismic tomography data processing or when processing images obtained from satellites of the planet.

Keywords: image segmentation, ε -continuous, $d\varepsilon$ -continuous, $d^k\varepsilon$ -continuous.

В данной работе представлены следующие методы для выявления разрывов: Робертса, Собеля, Прюитта, Шарра, Кирша, Робинсона и Кени. Обсуждаются методы выявления разрывов, представленные в работах Литвина О. Н., Першиной Ю. И. и Литвина О. Н., Неведовой И. В. В основе этих методов лежат понятия ε -непрерывности и $d\varepsilon$ -непрерывности. Предлагается новый метод для выявления разрывов. В его основе лежит понятие $d^k\varepsilon$ -непрерывности. В отличие от перечисленных выше методов, этот метод способен выявить разрывы как в самой функции, так и в некоторой ее производной. Для предложенного метода приведен алгоритм нахождения линий разрывов функции двух переменных с использованием $d^k\varepsilon$ -непрерывных сплайнов. Результаты предложенной работы можно применить в задачах разведки полезных ископаемых, при обработке данных сейсмической томографии или при обработке изображений, полученных с искусственных спутников планеты.

Ключевые слова: сегментация изображения, ε -непрерывность, $d\varepsilon$ -непрерывность, $d^k\varepsilon$ -непрерывность.

References

1. Gruzman, I.S. (2000). Digital image processing in information systems / I. S. Gruzman, V. S. Kirichuk, V. P. Kosyih, G. I. Peretyagin, A. A. Spektor. Novosibirsk State Technical University. 168 p.
2. Shrivakshan, G. & Chandrasekar, C. (2012). A Comparison of various Edge Detection Techniques used in Image Processing. International Journal of Computer Science Issues. vol.9. pp. 269-276.
3. Jähne, B., Scharf, H. & Körkel, S. (1999) Principles of filter design. Handbook of Computer Vision and Applications. pp. 125–152.
4. Muthukrishnan, R. & Radha, M. (2011). Edge Detection Techniques for Image Segmentation. International Journal of Computer Science & Information Tecnology. vol.3. pp. 259-267.
5. Maini R. & Aggrwal, H. (2009) Study and Comparison of Various Image Edge Detection Techniques. International Journal of Image Processing. vol. 3. pp. 1–12.
6. Pershina Y. I. (2015) Discontinuous splines theory and its application in computed tomography: diss. dr. phys.-math. sci. 385 p.
7. Nefedova I. V. (2014) Choosing the optimal basis functions and components in the finite element method (rectangular elements) in the mathematical modeling of heat distribution: dis. cand. phys.-math. sci. 167 p.

Sheludko H. A. and Ugrimov S. V. The localization method of extremum point for unimodal function.....44–53

The combination of numerical methods such as Regula falsi method and secant method for direct search of extremum of unimodal function on the given interval is considered. The proposed combination does not require any prior analysis of character of the functions to begin its search for an extremum. The unique method with a minimum of memory depth in the search area is implemented. It is universal and independent of the class of minimized function. Accepted a posteriori approach allows to find the extremum of non-differentiable functions, including algorithmically defined functions. The method is quite general. It provides a guaranteed convergence to the extreme point due to the use of the weighted average method for realizing solutions. If the minimized function in a given interval is not unimodal, the suggested method is always provides obtaining at least a relative minimum. The stated method can be easily extended to the multidimensional case. The massive computational experiments on smooth and non-smooth functions are carried out. The application of the proposed method to the convex-concave functions with a first-order gap, to functions with a asymmetrical character in vicinity of solution, as well as empirically given functions of complex geometry. It is shown that the efficiency index of combination methods exceeds index of the individual methods with the same initial conditions.

Keywords: extremum, unimodal function, one-dimensional search, piecewise linear approximation, weighted average operation, characteristic values, efficiency index.

Рассмотрена комбинация численных методов типа Regula falsi и секущих для прямого поиска экстремума унимодальной функции общего вида на заданном отрезке. Предложенная комбинация не требует какого-либо предварительного анализа характера функции для начала поиска ее экстремума. Реализуется своеобразный метод с минимальной глубиной памяти в направлении поиска. Он является универсальным и независимым от класса минимизируемой функции. Принятый апостериорный подход позволяет отыскивать экстремум недифференцируемых, в том числе алгоритмически заданных функций. Метод отличается большой общностью. Он обеспечивает гарантированную сходимость к экстремальной точке благодаря использованию средневзвешенного способа реализации решения. Если даже минимизируемая функция на заданном отрезке оказывается не унимодальной, то всегда предлагаемый метод осуществляет получение хотя бы относительного минимума. Изложенная методика может быть легко распространена на многомерный случай. Проведен массовый вычислительный эксперимент на гладких и негладких функциях. Рассмотрено применение предложенного метода к выпукло-вогнутым с разрывом первого рода функциям, к разнонаклонным функциям, а также эмпирически заданным функциям сложной геометрии. Показано, что индекс эффективности комбинации методов превышает таковой у отдельно взятых методов с теми же начальными условиями.

Ключевые слова: экстремум, унимодальная функция, одномерный поиск, кусочно-линейные приближения, средневзвешенные операции, характеристические числа, индекс эффективности.

References

1. Vasil'ev, F. P. (1980) Chislennyye metodyi resheniya ekstremal'nykh zadach [Numerical methods for solving extreme problems]. – Moscow: Nauka. – 520 p.

2. Aoki, M. (1977) Vvedenie v metody optimizatsii [Introduction To Optimization Techniques]. – Moscow: Nauka. – 344 p.
3. Shor, N. Z. (1979) Metody minimizatsii nedifferentsiruemykh funktsiy i ih prilozheniya [Methods of minimizing non-differentiable functions and their applications]. – Kiev: Naukova dumka. – 200 p.
4. Yasmin, N. (2012) Some derivative free iterative methods for solving non-linear equations // Academic Research Intern.– Vol. 2, No. 1. – P. 75-82.
5. Soleymani, F. (2002) New derivative-free quasi-secant algorithm for solving non-linear equations // World Academy Sciences, Eng. and Technology. – Vol. 31. – P. 719-721.
6. Vorontsova, E.A. (2012) Byistroshodyaschiysya algoritm lineynogo poiska v nedifferentsiruemykh optimizatsii [Fast convergent algorithm for linear search in the non-differentiable optimization]. // Modelirovanie sistem. –№2 (32). – P. 39-48.
7. Traub, J.F. (1985) Iteratsionnyye metody resheniya uravneniy [Iterative methods for the solution of equations].– Moscow: Mir. – 264 p.
8. Ganshin, G.S. (1973) K teorii iteratsionnykh protsessov [On the theory of iterative processes].// Vyichisl. i prikl. matematika. – Kiev: Izd-vo Kiev. universiteta. –№ 19. – P. 143-147.
9. Meleshko, V.I. (1973). Gradientnyye metody optimizatsii s pamyatyu [Gradient optimization methods with memory]. // Izv. AN SSSR. Tehn. kibernetika. — Vol. 1, №1. – P. 38-51.
10. Ostrovskiy, A.M. (1963) Reshenie uravneniy i sistem uravneniy [Solution of equations and systems of equations]. – Moscow: Izd-vo inostr. lit. – 219 p.
11. Box, M.J., Davies D., Swann W.H. (1969) Non-linear optimization techniques.– Edinburgh: Oliver&Boyd. – 60 p.
12. Powell, M.J.D. (1958) An iterative method for finding stationary values of a function of several variables / M.J.D. Powell // Comp. J. – Vol. 5, No 2. – P. 147-151.
13. Melent'ev, P.V. (1937) Neskolko novykh metodov i priemov priblizhennykh vyichisleniy [Several new methods and techniques of approximate calculations]. – Leningrad-Moscow: Gl. red. tehn. teoret. lit. – 148 p.
14. Chen, J., Li W. (2006) An exponential regula falsi method for solving nonlinear equations // Numerical Algorithms. – Vol. 41, No 4. – P. 327-338.
15. Soleymani, F. (2011) Computing simple roots by a sixth order iterative method // Int. J. Pure and Appl. Maths.– Vol. 69, No 1. – P. 41-48.
16. Virchenko, N.A., Lyashko I.I., Shvetsov K.I. (1979) Grafiki funktsiy. Spravochnik [Graphs of functions. Handbook]. – Kiev: Naukova dumka. – 320 p.
17. Thukral, R. (2012) New family higher order Steffensen-type methods for solving nonlinear equations // J. Modern Methods in Numerical Maths. – Vol. 3, No 1. – P. 1-10.
18. Soleymani, F., Sharifi M. (2009) A new derivative-free quasi-Secant algorithm for solving non-linear equations // Intern. J. Math. Comp., Phys. Electr. and Computer Eng. – Vol. 3., No 7. – P. 554-556.

Ecological Aspects in Mechanical Engineering

Kanilo P. M. Power Engineering and Global Climate Warming54–63

Presently, three ecological problems are in the focus of humanities concern: the global climate warming on Earth, the future of the ozone layer and the circularity of global bio-geo-chemical cycles (the concept of biotic regulation of the environment). Further climate warming can result in adverse consequences such as enhanced evaporation of World Ocean water and intensification of the greenhouse effect, stratosphere cooling and respective thinning of the protective ozone screen, a rising level of the World Ocean and flooding of coastal areas inhabited by over 60 % of the planet's population. Special focus should be placed on further research in the global carbon cycle due to the unresolved problem of "lost drain" of carbon dioxide caused, among other reasons, by decaying effectiveness and productivity of functioning of degrading and destructed photosynthesizing system on land and in the World Ocean, including a slowdown of their regulatory and climate stabilizing functions. A conclusion is substantiated that the current climate warming is an anthropogenic-ecological reality related to the dramatic growth of human population and its depredation of NATURE, the intensely increasing level of ineffective utilization of natural resources and critically hazardous environmental pollution with supertoxic materials, and the degradation, deterioration and destruction of biosphere systems, including the global biota. All this results in a declining quality of their functioning, including their bioproductivity, environment forming and climate stabilizing functions. Hence, surmounting the crisis is seen as changing the vector of economic development and

greening of all human activity areas, including stabilizing the population size and restoring critical natural ecosystem regulators, and among them, the planet's climate.

Keywords: Ice ages, ice-free periods, biosphere, greenhouse gases, biotic climate stabilizing, fuel combustion, ecology, global climate warming.

В настоящее время три экологические проблемы обоснованно привлекают огромное внимание человечества: глобальное потепление климата на Земле, судьба озонового слоя и замкнутость глобальных биогеохимических круговоротов (концепция биотической регуляции окружающей среды). При дальнейшем потеплении климата возможны отрицательные последствия: усиление испарения вод Мирового океана и интенсификация парникового эффекта, охлаждение стратосферы и соответствующее утончение защитного озонового экрана, поднятие уровня Мирового океана и затопление прибрежных зон, где проживает более 60% населения планеты. Особого внимания требует дальнейшее развитие исследований глобального круговорота углерода ввиду нерешенности проблемы «потерянного стока» диоксида углерода, который обусловлен, в том числе, уменьшением эффективности и продуктивности функционирования деградируемых и уничтожаемых фотосинтезирующих систем суши и Мирового океана, включая снижение их регуляторных и климатостабилизирующих функций. Обосновывается вывод, что современное потепление климата – это антропогенно-экологическая реальность, связанная с резким увеличением численности населения планеты и его хищническим отношением к ПРИРОДЕ, существенным повышением уровней неэффективного использования природных ресурсов и предельно опасным загрязнением окружающей среды супертоксиантами, с деградацией, разрушением и уничтожением систем биосферы, включая глобальную биоту, приводящих, соответственно, к снижению качества их функционирования, в том числе биопродуктивности, средообразующих и климатостабилизирующих функций. Поэтому выход из кризиса видится в изменении вектора развития экономики и экологизации всех сфер человеческой деятельности, включая стабилизацию численности населения и восстановление важнейших природных регуляторов экосферы, в том числе – климата планеты.

Ключевые слова: ледниковые эпохи, межледниковья, биосфера, парниковые газы, биотическая стабилизация климата, сжигание топлив, экология, глобальное потепление климата.

References

1. Podrezov, O.A. (2009). Current climate change. *Vestnik KRSU* 9(1): 123-137.
2. Gorshkov, V.G. (2006). The nature of observed Earth's climate stability. *Geoecologia, inzhenernaya geologia, gidrogeologia, geocryologia* 6: 483-495.
3. Monin, A.S. (2005). New facts about the climate. *Vestnik RAN* 75(2): 126-138.
4. Imbrie, J. (1988). Ice Ages: Solving the Mystery. Moscow, Progress Publishers: 264. (transl. to Russian)
5. Meleshko, V.P. (2007). Climate warming: causes and consequences. *Khimia i zhizn* 4: 1-7.
6. Gulev, S.K., Katsov V.M. and Solomina O.N (2008). Global warming is underway. *Vestnik RAN* 78(1): 20-27.
7. Morev, S.Yu. (2012). Climatic challenges of the 21st century. *Uspekhi sovremennoho yestestvoznania* 3: 65-68.
8. Kanilo, P.M. (2013). Automotive transport. Fuel and ecological problems and perspectives. *Kharkiv, Kharkiv National Automotive and Road University*: 272.
9. Kanilo, P.M. (2015). Global climate warming. Anthropogenic-ecological reality. *Kharkiv, Kharkiv National Automotive and Road University*: 312.
10. Seminozhenko, V.P., P.M. Kanilo, V.N. Ostapchuk and A.I. Rovenskiy (2003). *Energy. Ecology. Future. Kharkiv, Prapor Publishers*: 464.
11. Makarieva, A.M. and V.G. Gorshkov (2001). Greenhouse effect and the problem of stability of the average global temperature of Earth's surface. *Doklady RAN* 376(6): 810-814.
12. Kanilo, P.M., N.V. Vnukova and K.V. Kostenko (2010). Impact of automotive transport and power engineering on climate warming. *Avtomobilnyi transport* 48: 170-175.
13. Kanilo, P.M. and K.V. Kostenko (2010). Anthropogenic-ecological components of global climate warming. *Problemy mashinostroenia* 13(4): 68-76.
14. Kondratiev, S.M. and K.S. Demyrchan (2001). Earth's climate and the Kyoto protocol. *Vestnik RAN* 71(11): 1002-1009.
15. Losev, K.S. (2009). Paradoxes of controlling global warming. *Vestnik RAN* 79(1): 36-40.
16. Kanilo, P.M., A.P. Marchenko and I.V. Parsadanov (2015). Thermal power engineering, ICE and global climate warming. *Dvigateli vnutrennogo zgorania* 2: 57-68.