



КАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
М. ҚОЗЫБАЕВ АТЫНДАҒЫ СӨЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН
МЕМЛЕКЕТТІК УНИВЕРСИТЕТІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М. КОЗЫБАЕВА

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
M. KOZYBAYEV NORTH KAZAKHSTAN
STATE UNIVERSITY



ISSN 2309-6977
ИНДЕКС 74935

№ 3 (36) - 2017



«М. ҚОЗЫБАЕВ АТЫНДАҒЫ СҚМУ ХАБАРШЫСЫ» ЖУРНАЛЫ

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР СЕРИЯСЫ

ЖУРНАЛ «ВЕСТНИК
СКГУ ИМЕНИ М. КОЗЫБАЕВА»
СЕРИЯ: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

JOURNAL «BULLETIN OF THE
M. KOZYBAYEV NKSU»
TECHNICAL SCIENCES SERIES

ПЕТРОПАВА, 2017

ISSN 2309-6977

Индексі 74935

Индекс 74935

М.ҚОЗЫБАЕВ АТЫНДАҒЫ СҚМУ

ХАБАРШЫСЫ

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР СЕРИЯСЫ

ВЕСТНИК

СКГУ ИМЕНИ М.КОЗЫБАЕВА

СЕРИЯ: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

BULLETIN

of M.KOZYBAYEV NKSU

TECHNICAL SCIENCES SERIES

№ 3 (36)

Июль-август-сентябрь

Петропавл

2017

М.Қозыбаев атындағы СҚМУ хабаршысы

Вестник СКГУ имени М.Козыбаева

Bulletin of M.Kozybayev NKSU

Басылымы II (XXXV)

Выпуск II (XXXV)

Volume II (XXXV)

Жылына 4 рет басылып шығарылады

Выходит 4 раза в год

Published 4 times a year

Редакционная коллегия серии:

Омирбаев С.М. – главный редактор; доктор экономических наук, профессор, ректор СКГУ им. М. Козыбаева

Члены редакционной коллегии:

Демьяненко А.В. - ответственный секретарь серии «Технические науки», кандидат технических наук; СКГУ им. М.Козыбаева

Ивель В.П. – доктор технических наук, профессор; СКГУ им. М.Козыбаева

Кошеков К.Т. – доктор технических наук, доцент; СКГУ им. М.Козыбаева

Савинкин В.В. – кандидат технических наук; СКГУ им. М.Козыбаева

Косых А.В. – доктор технических наук, профессор Омского государственного технического университета (по согласованию);

Попов А.Ю. – доктор технических наук, профессор Омского государственного технического университета (по согласованию);

Машеков С.А. – доктор технических наук, профессор Казахского национального технического университета им. К.И.Сатпаева (по согласованию);

Dr.-Ing. Arnold Sterenharz, Managing Director, ECM space technologies GmbH, Berlin (Германия) (по согласованию);

Кузнецова В.Н. – доктор технических наук, доцент ФГБОУ ВПО «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)» (Россия, г. Омск) (по согласованию).

М.Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан мемлекеттік университетінің хабаршысы / Вестник Северо-Казахстанского государственного университета им. М.Козыбаева / Bulletin of M.Kozybayev North Kazakhstan State University. Выпуск №3(36). – Петропавловск: СКГУ им. М.Козыбаева, 2017. – 71 с.

ISSN 2309-6977

© Северо-Казахстанский государственный университет
им. М.Козыбаева, 2017, г. Петропавловск

МАЗМҰНЫ / СОДЕРЖАНИЕ

Javorova J.G. On the method of averaged inertia at hydrodynamic lubrication with fluid inertia effects: a review.....	5
Javorova J.G., Mazdrakova A.N., Radulescu A.V., Toteva V.B. Experimental study on the rheology of mineral oils with additives.....	11
Аубакирова Б.Б. Пассивті ғимараттарды жобалаудың құрылымдық принциптері	18
Әбілмәжінова А.С., Томашец А.К. Құрылыс және жол машиналарының қозғалтқыштарының қажалған таратушы біліктерін қалпына келтірудің әдістерін зерттеу.....	22
Боговик А.С., Кухаренко Е.В. Применение методов ситуационного управления к разработке электронного учебника.....	25
Зорин А.Ю., Дарий Е.М., Зыкова Н.В. Тепловизионная диагностика оборудования электроэнергетических систем.....	32
Ильченко М.А. Применение ультразвуковой дефектоскопии при исследовании качества труб, производимых методом прокатки.....	36
Исаков О.О. Современное состояние и перспективы развития вентильно-индукторного электропривода.....	40
Исаков О.О. Применение тепловых насосов в энергетике как один из экологически чистых и эффективных способов энергосбережения.....	45
Савинкин В.В., Дмитриев Ф.С., Иванова О.В., Нетесова Е.А. Проблемы эффективной эксплуатации скважинных глубинных штанговых насосов и перспективные пути решения технологических задач при добыче углеводородов.....	50
Савинкин В.В., Ратушная Т.Ю., Иванова О.В., Зыкова Н.В. Определение приоритетных функциональных задач по контрольно-диагностическим системам и технологическим процессам восстановительных комплексов.....	56
Сейпетденов Н.С., Дарий Е.М., Зыкова Н.В. Об использовании микропроцессорных комплексов релейной защиты в энергосистеме Северо-Казахстанской области.....	61
Сейтахмет М. О. Перспективы использования вычислительных платформ в экономике.....	65
Инструкция для авторов.....	70

CONTENT

Javorova J.G. On the method of averaged inertia at hydrodynamic lubrication with fluid inertia effects: a review.....	5
Javorova J.G., Mazdrakova A.N., Radulescu A.V., Toteva V.B. Experimental study on the rheology of mineral oils with additives.....	11
Aubakirova B.B. Structural principles of passive building design.....	18
Abilmaginova A.S., Tomashets A.K. Study of the methods for restoring the comshaft of engines for construction and road machinery.....	22
Zorin A. Yu., Darii E.M., Zykova N.V. Thermo vision diagnostics of equipment of electric power systems	25
Ilchenko M.A. Application of ultrasonic flaw detection in the study of the quality of pipes produced by rolling	32
Issakov O.O. Current state and trends for the development of a switched reluctance electric drive.....	36
Issakov O.O. The use of heat pumps in the energy sector as one of the environmentally friendly and efficient methods of energy saving	40
Savinkin V.V., Dmintriev F.S., Ivanova O.V., Netessova E.A. Problems of efficient operation of downhole deep rod pumps and approaches in solving technological problems in hydrocarbon production.....	45
Savinkin V.V., Ratushnaja T.Yu., Ivanova O.V., Zykova N.V. Determination of priority functional tasks for control and diagnostic systems and technological processes of rehabilitation complexes.....	50
Seypetdenov N.S., Darii E.M., Zykova N.V. On the use of microprocessor relay protection devices in the power system of the North Kazakhstan region.....	56
Seytahmet M.O. Trends in use of computing platforms in the economy	61
Guide for authors.....	70

UDK 62-404.2

**ON THE METHOD OF AVERAGED INERTIA
AT HYDRODYNAMIC LUBRICATION
WITH FLUID INERTIA EFFECTS: A REVIEW**

Javorova J.G.

(Assoc. Prof. PhD, University of Chemical Technology and Metallurgy, Sofia, Bulgaria)

Аңдатпа

Сұйықтық инерциясының әсері классикалық гидродинамикалық майлау теориясы кеңейтілімінің бірі болып табылады. Сырғыма мойынтіректерді майлау кезінде сұйықтық инерциясының әсерін ескере отырып, гидродинамикалық майлау бойынша зерттеулер қысқаша қарастырылған. Басқарушы дифференциалдық теңдеулерді, соның ішінде сұйықтық инерциясының мүшелері, шешудің негізгі тәсілдеріне басты назар аударылады. Мақалада осы саладағы ең көп қолданылатын техника, атап айтқанда орташаланған инерция әдісі қарастырылады. Әдістің қысқаша сипаттамасы ұсынылған және кейбір маңызды қорытындылар жасалған.

Түйінді сөздер: трибология, сұйықтық инерциясы, гидродинамикалық майлау, сырғыма мойынтіректері.

Аннотация

Влияние инерции жидкости является одним из расширений классической гидродинамической теории смазки. Кратко рассмотрены исследования по гидродинамической смазке с учетом влияния инерции жидкости при смазывании подшипников скольжения. Основное внимание уделяется основным подходам к решению управляющих дифференциальных уравнений, включая члены инерции жидкости. В статье рассматривается наиболее используемая техника в этой области, а именно метод усредненной инерции. Представлено краткое описание метода и сделаны некоторые важные выводы.

Ключевые слова: трибология, инерция жидкости, гидродинамическая смазка, подшипники скольжения

Annotation

The effect of fluid inertia is one of the extensions of the classical hydrodynamic theory of lubrication. The researches on hydrodynamic lubrication considering the effect of fluid inertia at lubrication of journal bearings are reviewed briefly. The emphasis is on the main approaches for the solution of the governing differential equations including the fluid inertia terms. In the paper is considered the most used technique in this field namely the method of averaged inertia. A short description of the method is presented and some important conclusions are drawn.

Key words: tribology, fluid inertia, hydrodynamic lubrication, journal bearings

Introduction

It is well known that according to the classical theory of hydrodynamic lubrication, based on the conventional Reynolds equation, the fluid inertia forces are considered smaller compared to the viscosity forces. At high surface velocities, however, the inertia forces of the viscous lubricant have a significant role. Their neglecting at relatively high modified (called also generalized or reduced) Reynolds numbers makes the model more imperfect and leads to incorrect values of hydrodynamic pressure. However, there is a significant list of applications where both temporal and convective inertia effects are important and can affect the analysis of fluid film bearings. These include high surface speed applications, low viscosity lubricants,

shock loads in bearings, squeeze film dampers under impulsive loads, and others.

Based on the above mentioned a significant interest in the development of the hydrodynamic lubrication theory represent the cases in which are taken into account the quantitative and qualitative effects of the convective and temporal inertia terms in the Navier-Stokes equations of the viscous lubricant fluid.

The analysis of lubricant films to include inertia effects has occurred over a long period of time. Some initial efforts to define laminar, transition, and turbulent regions of lubricant flow in journal bearings are reported by Pinkus & Sternlicht in their fundamental book on hydrodynamic lubrication [1]. This approach was extended after that by many authors.

The present paper aims to make a short review of the previous researches on hydrodynamic lubrication considering the effect of fluid inertia. In the theoretical modeling in this field, different methods are regularly applied. In the paper one of the most popular of them, the method of averaged inertia is presented and discussed.

Governing equations

With the usual assumptions of thin film lubrication theory the governing differential equations for an incompressible fluid are the Navier-Stokes momentum equations and continuity equation:

$$\rho \left(\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right) = - \frac{\partial p}{\partial x} + \eta \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}; \quad (1.a)$$

$$\frac{\partial p}{\partial y} = 0; \quad (1.b)$$

$$\rho \left(\frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} \right) = - \frac{\partial p}{\partial z} + \eta \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}; \quad (1.c)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0. \quad (1.d)$$

The left-hand side in Eqns. (1.a) and (1.c) are the contributions from the inertia forces which disappear in classical theory of lubrication. In these equations u, v, w are the fluid velocity components in the x, y, z directions, respectively, where y is the coordinate across the fluid film thickness. The fluid pressure is p , the dynamic viscosity η , the density ρ , the time t .

For the solution of the governing equations (1) the authors use several approaches, also called methods, as the method of averaged inertia is one of the most used ones. By applying the appropriate method of the solution of Eqns. (1) the modified Reynolds equation for hydrodynamic pressure distribution can be obtained as well as the static and dynamic characteristics of the bearing can be determined.

Method of averaged inertia

This is the most popular method for obtaining the extended form of Reynolds equation including the effects of fluid inertia. This method consists of replacing the initial system with an approximate system equations obtained after averaging the inertia terms across the fluid film thickness. In [2] Slezkin & Targ apply it to the one-dimensional steady state case described by the equations:

$$\rho \left(u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} \right) = - \frac{\partial p}{\partial x} + \eta \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}; \quad (2)$$

$$\frac{\partial p}{\partial y} = 0; \quad \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} = 0,$$

which are reduced to the following approximate system of differential equations of motion:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = \frac{1}{gh} \int_0^h \left(u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} \right) dy + \frac{1}{\eta} \frac{\partial p}{\partial x}; \quad (3)$$

$$\frac{\partial p}{\partial y} = 0; \quad \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} = 0,$$

where g is the kinematic viscosity.

As it can be seen in Eqns. (2), these are actually the Prandtl equations to study the laminar boundary layer. By reason of this, later in other studies the Prandtl equations are called “differential equations of lubricant flow in the bearings of high-speed machines”.

In [3] Poletskiy try to find a better accuracy in the solution of the steady state 1-D problem by replacing only the first of the two derivatives ($\partial u / \partial x$) with the averaged across the film thickness its value. Here also, as in many other papers to the current time, it is assumed a linear variation of the radial component of the velocity across the film thickness, i.e. $v = a_0 + a_1 y$. Finally, it was found that with the increasing of the Reynolds number the Sommerfeld number also increases. Furthermore, the author concludes that the equilibrium position of the shaft centre is determined not only by the relative eccentricity, but also by the Reynolds number. This is actually established experimentally by Newkirk in 1932.

The considered method is applied also by Burgvits & Zavyalov in [4] to solve the 1-D unsteady state problem.

The method of averaged inertia is used by Osterle, Chou & Saibel [5] for the solution of the steady state problem for infinitely long bearing as well as by Constantinescu [6] and other authors later.

More complex analyses are suggested by Constantinescu [6] and by Constantinescu & Galetuse [7, 8] as the convective inertia and turbulence effects are included independent from each other using an averaged velocity over the lubricant film approach and maximum length theory.

In [6] it is considered the case of turbulent lubricant flow, as the equations of motion for steady state flow and for the unsteady films have the following forms, respectively:

$$\rho \left(u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} \right) = - \frac{\partial p}{\partial x} + \eta \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial \tau^*}{\partial y}; \quad (4)$$

$$\rho \left(\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} \right) = \rho \left(\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial^2 u}{\partial x} + \frac{\partial uv}{\partial y} \right) = - \frac{\partial p}{\partial x} + \eta \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial \tau^*}{\partial y}, \quad (5)$$

where $\tau^* = -\rho \overline{u'v'}$ is the turbulent stress.

In [8] by Constantinescu & Galetuse the pressure gradient equations are determined for steady flow. At parabolic law adopted for distribution of velocity u , it's shown that the velocity profile does not depend significantly on the inertia forces.

According to some authors, this means that in journal bearings the convective fluid inertia effects can be neglected in the range $0 < Re^* = (L_y / L_{xz}) Re < 10$, [9]. Although at the upper border of this interval convective inertia effects occur, they remain small compared to the other, for instance thermal distortions effects.

This averaged inertia method is used also by Burton & Hsu [10], King & Taylor [11], Launder & Leschziner [12] as the most serious assumption is the negligible influence of fluid inertia on the velocity profile.

By using the method of averaged inertia in [13] Alexandrov proposes a solution for the case of 1-D steady state motion of the lubricant flow in the hydrodynamic bearings taking into account the elastic deformations of the bearing surfaces. The author obviously prefers this method, using it in the majority of his studies [13, 14, etc.] with solutions to various elastohydrodynamic problems in which the fluid inertia influence is bearing in mind. The same approach is used also by Javorova [15, 16, etc.] for the 2-D problems solutions for the effects of temporal, convective and full inertia terms of the fluid under the conditions of bearing surfaces deformability.

In [17] **Szeri** gives one more general solution of the problem by applying the same method. The presented study can be used to a case of a squeeze film damper and it is based on the paper [18] for the linear force coefficients of the damper. The other “averaged inertia” analyses applied to squeeze film dampers are suggested also by San Andres & Vance [19] and Zhang et al. in [20].

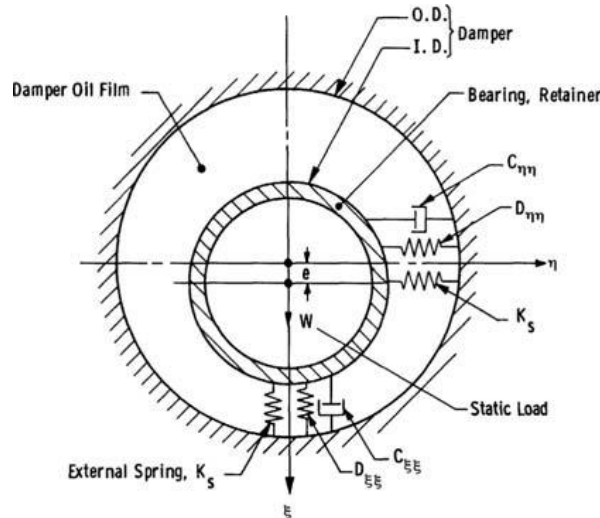
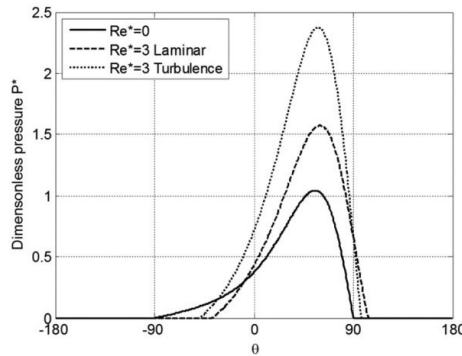


Figure 1 Basic elements (cross-coupling not shown) of squeeze film damper, [17]

Tichy & Bou-Said [21] extended the formulation of the Reynolds equation to include impulsive loads for the first time. They used the method of averaged velocity and incorporated temporal and convective inertia effects in the laminar regime. The additional terms include both additional squeeze velocity and squeeze acceleration terms. In the paper are presented example analyses for pure squeeze film loads, short bearing pressure profiles, and some rigid rotor transient response plots with and without the additional temporal and convective inertia terms.

The paper of Dousti et al. [22] extends the theory originally developed in [21] for impulsive loads to high reduced Reynolds number lubrication. The incompressible continuity equation and Navier-Stokes equations, including inertia terms, are simplified using an averaged velocity approach to obtain an extended form of short bearing

reynolds equation which applies to both laminar and turbulent flows. A full kinematic analysis of the short journal bearing is developed.



$$(c) \varepsilon = 0.5, \partial \varepsilon / \partial t^* = \partial \phi / \partial t^* = \partial^2 \phi / \partial t^{*2} = 0, \partial^2 \varepsilon / \partial t^{*2} = 1$$

Figure 2 Pressure profile at different Re^* under laminar and turbulent regime, [22]

Syed & Sarangi in the work [23] studied the lubricating performance of textured parallel sliding contacts considering fluid inertia effect. The modified Reynolds equation is derived from Navier–Stokes equation assuming suitable velocity profiles. The result shows that fluid inertia effect is influential in altering the performance parameters.

The theoretical work of Prasad et al. [24] describes the combined influence of surface roughness, thermal and fluid inertia effects on performance characteristics of hydrodynamic journal bearing. The average Reynolds equation that is modified to include the surface roughness, viscosity variation due to temperature rise in lubricant fluid film and fluid inertia is used to obtain pressure field in the fluid film. To render into account the influence of fluid inertia the averaged fluid film thickness and inertia term are used. The authors conclude that the circumferential fluid-film pressure and load carrying capacity of the bearing increases due to fluid-film inertia. The increase in their values is more significant when thermal effect is considered.

The investigations presented in [25] by Hageman et al. show the impact of fluid convective inertia forces at the leading edge of tilting-pad journal bearings. Concordantly, measurement data and CFD analyses indicate that the pressure characteristic is significantly influenced by this phenomenon, especially at elevated rotor speeds.

Conclusion

On the base of the above mentioned publications and their discussions can be generalized the following conclusions about the influence of fluid inertia in the lubrication of tribological systems: The effect of fluid inertia becomes noticeable at values of the modified Reynolds number equal or greater than 1; The dynamic characteristics of the bearing are sensitive to inertia effects; The contribution of inertia terms to the hydrodynamic pressure values does not exceed 10-30% of the inertia-less pressure values; In infinitely short bearings the inertia influences in reducing the initial velocity as this effect is weak at small eccentricities and it is high for the bigger eccentricities, respectively; The effect of the lubricant inertia in the bearings operating in turbulent mode is such that the load carrying capacity of the lubricant film increases.

One of the most important trends in the contemporary development of hydrodynamic theory of lubrication is the obtaining numerous new, complex solutions, taking into account the different effects of the theory directions. In that means, the influence of fluid inertia can be evaluated in combinations with the effects of turbulence,

thermal and elastic deformations, surface roughness, non-Newtonian lubricants, etc. Various similar solutions are already carried out as an increase in their diversity and complexity is expected.

References:

1. Pincus O., Sternlight B., Theory of hydrodynamic lubrication. - New-York, McGraw-Hill, 1961.
2. Slezkin N., Targ S., Generalized Reynolds equation // Proc. AN SSSR. – 1946. - № 54, 3,. (in Russian).
3. Poletskiy A., Integration of differential equations of lubricant flow in the bearings of high-speed machines, Proc. VUZ // Mashinostroyeniye. – 1963. - № 1. (in Russian).
4. Burgvits A., Zavyalov G., To the integration of the Prandtl equation for the case of unsteady viscous fluid in the lubricant flow// Proc. AN SSSR, Mech. and Mech. Eng. - 1964 - № 1 - pp 155-158. (in Russian)
5. Osterle J.F., Chou Y.T., Saibel E., Effect of lubricant inertia in journal bearing lubrication// Trans ASME.- 1957 - № 79 - pp 494-496.
6. Constantinescu V., On the influence of the inertia forces in turbulent and laminar self-acting films// ASME Journal of Lubrication Technology. – 1970 - № 92 - pp 473-481.
7. Constantinescu V., Galetuse S., On the possibilities of improving the accuracy of the evaluation of inertia forces in laminar and turbulent films // ASME Journal of Lubrication Technology. – 1974. - № 96 - pp 69-79.
8. Constantinescu V., S. Galetuse, Operating characteristics of journal bearing in turbulent inertial flow // ASME Journal of Lubrication Technology – 1982. - № 104 - pp 173-179.
9. Szeri A., Some Extensions of the Lubrication Theory of Osborne Reynolds // ASME J. Tribol. 1987. - №. 109 - pp 21-36.
10. Burton R., Hsu Y., The incompressible turbulent thin film short bearing, with inertial effect // ASME Trans., Ser.F. – 1974. - № 96 - pp 158-163.
11. King K., Taylor C., An Estimation of the effect fluid inertia on the performance of the plane inclined slider thrust bearing with particular regard to turbulent lubrication // ASME Journal of Lubrication Technology. – 1977. - №. 99 - pp. 129-135.
12. Launder B., Leschziner M., Flow in finite width thrust bearings including inertial effect // ASME Trans., Ser.F. – 1978. - № 100 -pp 330-345.
13. Alexandrov V., Plane steady state motion of the lubricant in elastohydrodynamic journal bearings considering the inertia forces // Theor. and App. Mech. - Sofia, 1985.
14. Alexandrov V., Contribution to the solution of some basic problems in EHDT of lubrication, Habilitation monograph, UACEG, Sofia, 1984. (in Bulgarian).
15. Javorova J., One solution of the unsteady problem of the elastohydrodynamic theory of lubrication, PhD Thesis, University of Transport, Sofia, 1998. (in Bulgarian).
16. Javorova J.G., Alexandrov V.A., Stanulov K.G., Journal bearings stability with consideration of fluid inertia, Proc of ASME - World Tribology Congress III, USA, Washington, D.C., 2005, Paper No WTC2005-64200.
17. Szeri A., Fluid Film Lubrication, Cambridge University Press, 2nd ed., Cambridge, UK, 2005.
18. Szeri A. , Raimondi A., Giron-Duarte A.. Linear force coefficients for squeeze-film dampers // ASME Journal of Lubrication Technology. 1983. - № 105 - pp 326–334.
19. San Andres, Vance, Effects of Fluid Inertia on Finite-Length Squeeze-Film Dampers // ASLE Trans. – 1987. - № 30 - pp 384-393.
20. Zhang J., Ellis J., Roberts J., Observations on the nonlinear fluid forces in short cylindrical squeeze film dampers // ASME Journal of Tribology – 1993. - № 115 - pp 692-698.
21. John Tichy J., Bou-Said B., Hydrodynamic Lubrication and Bearing Behavior with Impulsive Loads // Trib. Trans. – 1991 - № 34 - pp 505-512.
22. Dousti S., Cao J., Younan A., Allaire P., Dimond T., Temporal and convective inertia effects in plain journal bearings with eccentricity, velocity and acceleration // ASME Journal of Tribology. – 2012. № 134 - pp 031704-1 - 8.
23. Syed I, Sarangi M., Hydrodynamic lubrication with deterministic microtextures considering fluid inertia effect // Tribology International. – 2014. - № 69 -pp 30–38.

24. Hagemann T., Zeh C., Prols M., Schwarze H., The Impact of Convective Fluid Inertia Forces on Operation of Tilting-Pad // Int. J. of Rotating Machinery - 2017, Article ID 5683763, 12 pages.

UDK 62-404.2

EXPERIMENTAL STUDY ON THE RHEOLOGY OF MINERAL OILS WITH ADDITIVES

Javorova J.G.

(Assoc. Prof. PhD, University of Chemical Technology and Metallurgy, Sofia, Bulgaria)

Mazdrakova A.N.

(Assistant PhD, University of Chemical Technology and Metallurgy, Sofia, Bulgaria)

Radulescu A.V.

(Prof. PhD, Politehnica University, Bucharest, Romania)

Toteva V.B.

(Ass. Prof. PhD, University of Chemical Technology and Metallurgy, Sofia, Bulgaria)

Аңдатпа

Қоспаның жақсартылған тұтқырлық индексі температураның өзгеруі кезінде майлау майының үрдісін тұтқырлықты өзгерту үшін төмендетеді. Қоспалардың бұл типімен араласқан майлау майларының түрлері, әдеттегі ньютондық емес қасиеттерді көрсетеді. Осы жұмыста минералды майлардың реологиялық сипаттамаларына осы қоспалардың әсері эксперименттік түрде зерттелген. Сыналған май - AN46 типті / тұтқырлық классы ISO VG 46 / Polybuten (PIB30) қоспасы бар. Экспериментте деформацияның орташа-жоғары жылдамдығы кезінде өлшеулер үшін конус-тақтайша типті айналмалы вискозиметр қолданылады. Нәтижелер, полимерлі қалыңдататын қоспаның әртүрлі концентрациясы бар минералды майдың зерттелетін үлгілері псевдопластикалық сұйықтықтың әдеттегі мінез-құлқына ие екендігін көрсетті. Жылжу жылдамдығының артуымен тұтқырлықтың төмендеуі және жылжу кернеуінің жоғарылауы байқалады. Қоспаның концентрациясын жоғарылату әсері жылжу кернеуінің және тұтқырлықтың жоғарылауымен көрінеді. Сыналған майлаулар әдеттегі тиксотроптық қасиеттерге ие.

Түйінді сөздер: трибология, майлаушы майлар, тұтқырлық индексі жақсартқыштар, реология.

Аннотация

Улучшающие индекс вязкости добавки снижают тенденцию смазочного масла к изменению вязкости при изменении температуры. Различные виды смазочных масел, смешанных с этим типом присадок, демонстрируют типичные неньютоновские свойства. В настоящей работе экспериментально исследовано влияние этих присадок на реологические характеристики минеральных масел. Испытанное масло представляет собой тип AN46 / класс вязкости ISO VG 46 / с присадки Polybuten 30 (PIB30). В эксперименте используется вращательный вискозиметр типа конус-пластина для измерений при средней до высокой скорости деформации. Результаты показали, что исследуемые образцы минерального масла с различной концентрацией полимерной загущающей добавки имеют типичное поведение псевдопластической жидкости. С увеличением скорости сдвига наблюдаются снижение вязкости и увеличение напряжения сдвига. Эффект увеличения концентрации добавки выражается увеличением напряжения сдвига и вязкости. Испытанные смазки имеют типичные тиксотропные свойства.

Ключевые слова: трибология, смазочные масла, улучшители индекса вязкости, реология.

Annotation

Viscosity index improvers reduce the lubricant's tendency to change viscosity with changing temperature. Various kinds of lubricating oils blended with this type of additives exhibit typical non-Newtonian properties. In the current paper it was studied experimentally the effect of these additives on

the rheological characteristics of mineral oils. The tested oil is AN46 /viscosity grade ISO VG 46/ type with the additive Polybuten 30 (PIB30). At the experiment a rotational viscometer type cone-plate for measurements at a medium to high shear rate is used. The results showed that the studied samples of mineral oil with different concentration of the polymeric thickening additive have a typical behavior of pseudoplastic fluid. With an increase of the shear rate a decrease in viscosity and an increase in shear stress are observed. The effect of increasing the concentration of the additive is expressed by an increase in shear stress and viscosity. The tested lubricants have typical thixotropic properties.

Key words: tribology, lubricating oils, viscosity index improvers, rheology.

Introduction

Reducing wear of machine details and minimizing friction losses results in increased reliability and durability of tribological units. In this regard, the proper lubrication of machines and mechanisms is necessary for their normal operation. In addition to complying with the operating mode and operating parameters, as well as the selection of appropriate materials for the contact surfaces, essential to reduce friction and wear is the choice of suitable lubricant for the particular application. On the other hand, the improvement of machines (significantly higher velocities and pressures, loads, etc.) requires improving the properties of lubricants and their correct selection, [1].

It is known that additives of different types are added to improve the properties of lubricants in almost all types of oils. For example, for obtaining oils having good viscosity-temperature properties, the base oils are blended with a small amount of viscosity index improver, e.g. polyisobutylene [2, 3]. In the case of mineral oils into which such viscosity index improvers (polymers having long chains and high molecular weight) are added, the resulting lubricating fluids exhibit non-Newtonian properties. The subject of the investigation presented below is a fluid of a similar type, as the purpose of the current study is to analyze the influence of a viscosity index improver in various concentrations on the rheological characteristics of mineral oils.

The experimental study was performed in a specialized rheology laboratory with modern scientific equipment. The obtained results are graphically represented and they illustrate dependences of shear stress and viscosity on the shear rate as well as the relation between the viscosity and the additive concentration.

The results can be used in scientific investigations as input parameters in modeling and simulation of the lubrication process of various types of tribological contacts.

Theoretical backgrounds - oils, additives, rheology

The modern lubricating oils are a complex chemical product - either alone or as a result of the blending of base oils (oil base components) and many organic and inorganic compounds called additives [1, 4, 5, 6]. According to the classifications, the base oils are mineral (produced from petroleum or crude oil), synthetic (obtained through organic synthesis) or biodegradable (of plant or animal origin), as others include also semi-synthetic oils (petroleum based and synthetic additive). Additives regularly are included in the base oil composition to improve the efficiency of the oils and modify their properties [1, 4, 7, 8]. The number and quantity of the additives in the total volume of the oil may vary greatly.

Depending on their function in the oils some of the basic types of additives are: extreme pressure additives, or EP additive; antiwear additives; viscosity index (VI) improvers; corrosion inhibitors; antioxidants (oxidation inhibitors); detergents and dispersants; antifoam additives (defoamants); depresators (PPD), etc.

As it is well known, the oil viscosity (measure of the fluid internal friction) is a key factor for the quality and efficiency of the lubricant. It influences significantly the

performance of the lubricated contacts in the tribological units and it is directly related to temperature, pressure, shear rate and other mode parameters.

Viscosity index improvers are added to reduce the sensitivity of the oil viscosity to temperature changes. The viscosity index (VI) is a non-dimensional value determined by an established scale and characterizing the change of oil viscosity depending on temperature. A high value of this index shows a slight change in viscosity when changing the temperature, while the low value of VI - the opposite tendency [9, 10].

The presence of such kind of additives (VI improvers) in lubricating mineral oils leads to non-Newtonian behavior of the latter. It is therefore of particular interest to study the rheological characteristics of such lubricating fluids.

As is known from the specialized literature [9, 10, 11, 12], the non-Newtonian lubricants could be classified as plastic, pseudoplastic and dilatant ones. Their viscosity is sometimes defined as apparent or initial, as in the lubrication process its values can be changed.

Plastic fluids under static conditions behave as solids, but under certain conditions they begin to flow (characterized by a “yield stress” over which they may display Newtonian, dilatant or pseudoplastic fluid characteristics). A typical lubricant representative is Bingham plastic mass. Pseudoplastic fluids are characterized by a reduction in viscosity η with an increasing shear rate $\dot{\gamma}$. This type of flow behaviour is sometimes called “shear-thinning”. Dilatant fluids (also referred to as “shear-thickening” flow behavior) have an increasing viscosity η with an increase in shear rate $\dot{\gamma}$. The basic rheological characteristics, i.e. dependencies of viscosity η and shear stress τ on the shear rate $\dot{\gamma}$ for pseudoplastic and dilatant fluids are given respectively in Figure 1 and Figure 2.

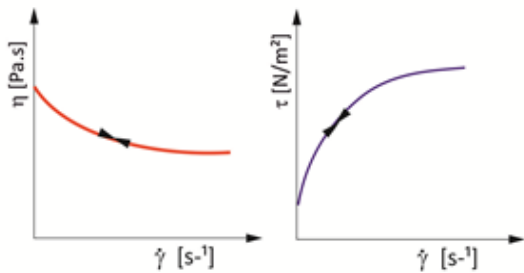


Figure 1 Viscosity vs. shear rate
and shear stress vs. shear rate
for pseudoplastic lubricants, [12]

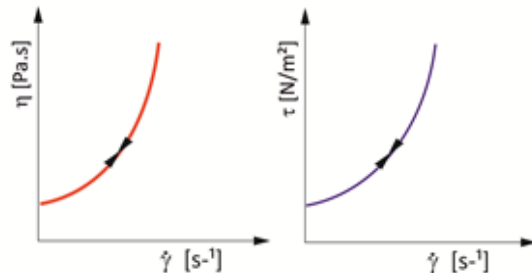


Figure 2 Viscosity vs. shear rate
and shear stress vs. shear rate
for dilatant lubricants, [12]

Similar to all types of non-Newtonian fluids, the three types listed above are presented by various rheological models such as the Bingham model for plastic fluids, the power-law model and the cubic stress model for pseudoplastic and dilatant lubricants.

Another important rheological characteristic is the effect of time on the viscosity values. Depending on this influence, two types of behaviour of non-Newtonian fluids are defined: thixotropy (the viscosity decreases with time, while it is subjected to a constant shear rate) and the opposite case - rheopexy (the fluid's viscosity increases with time as it is sheared at a constant rate). Both thixotropy and rheopexy may occur in combination with any of the previously discussed flow behaviours of non-Newtonian fluids.

The rheological characteristics of lubricants regularly are investigated on the basis of their viscosity measurement, which is the fastest, most accurate and reproducible method of analysis [10, 13].

Experimental

Subject of the present experimental study are lubricating fluids of mineral oil with viscosity index additive. The selection of specific oil and respective additive is made on the basis of a survey and comparative analysis of the properties and behavior of such a type of lubricants for journal bearings, which are a subject of research in the experimental work [14] of the Japanese scientists Wada & Hayashi.

For the experiment is used the oil AN46 /viscosity grade ISO VG 46/ which is general purpose industrial oil. As viscosity index improver in our case is used the additive Polybuten 30 (PIB30).

As it was already mentioned, the modifying additive to the oil gives it non-Newtonian properties, because of which the experiments are implemented on the appropriate for such kind of lubricants rotational viscometer Brookfield series „CAP 2000+” [15]. The viscometer type is cone-plate, Figure 3.

In this type of apparatus, the cone angle provides a constant shear rate of the fluid, which is positioned between both elements of the device - the moving element (rotary cone) and the fixed one (stationary plate). The range of measured viscosity depends on the angular velocity and the shape and size of the cone used.

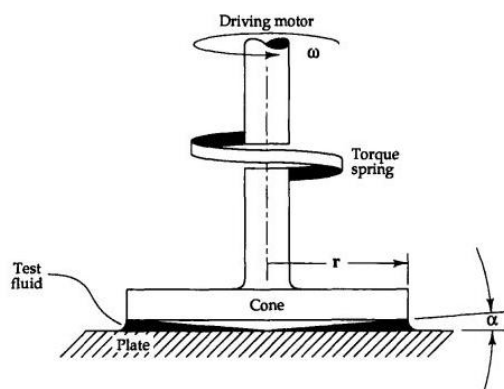


Figure 3 A scheme of the rotational viscometer cone-plate type [13]

In the present experimental study two different rotating elements of the viscometer are used. They differ in geometry and shear rate ranges, as the respective values of the shear rate are: from 200 to 2 000 s⁻¹ /called in the text below “low range”/ and from 1 333 to 13 333 s⁻¹ /called in the text “large range”/.

Results and discussions

The obtained results refer to the tested on the Brookfield rotational viscometer series of oil samples with several different additive concentrations – between 0.3 % and 5 %. (Note: Hereinafter, the percentage ratios for concentrations are in percentages by weight, i.e. w. %).

Experimental results are presented graphically and they illustrate: classical relationships $\tau - \dot{\gamma}$, $\eta - \dot{\gamma}$; effect of the shear rate; influence of the additive concentration.

Figure 4 and 5 show rheograms which represent classical relationships in the study of non-Newtonian fluids.

In Fig. 4 are given rheograms for the relation between shear stress and shear rate. They refer to three lubricant samples with different concentrations (resp. 0.3%, 2%, 4%) at low range of the shear rate (from 200 to 2 000 s^{-1}). The results show that the τ values increase with increasing concentration. This effect is most apparent at high values of the shear stress.

The results in Figure 5 refer to samples with concentrations 0%, 2%, 5% at the large range of shear rate (from 1 333 to 13 333 s^{-1}). It was observed a reduction of the viscosity with increasing $\dot{\gamma}$. The latter corresponds to the behavior of pseudoplastic fluids.

The graphs on the above mentioned two figures show a coincidence with the theoretical formulations for this type of fluid.

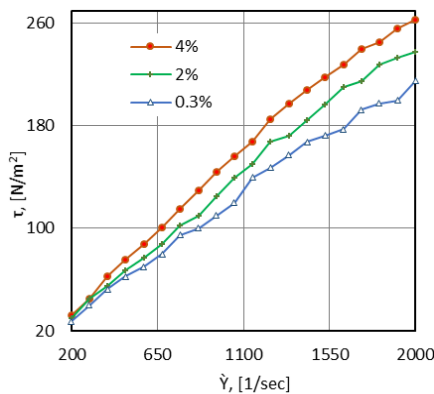


Figure 4 Shear stress vs. shear rate for samples with concentrations 0.3; 2; 4 %

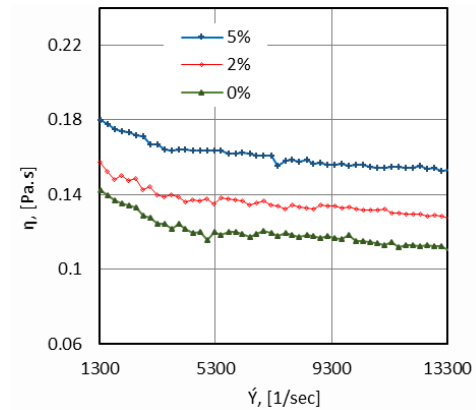


Figure 5 Viscosity vs. shear rate for samples with concentrations 0; 2; 5 %

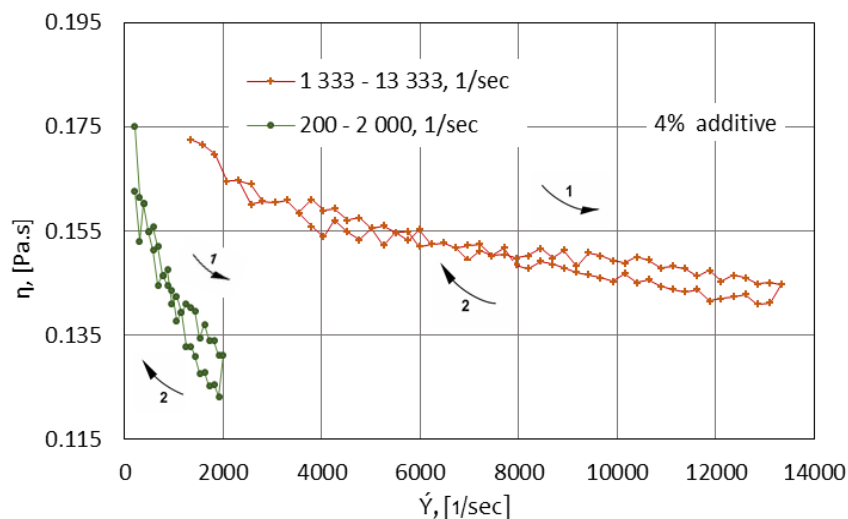


Figure 6 Effect of shear rate on the viscosity (4% additive) - hysteresis loop

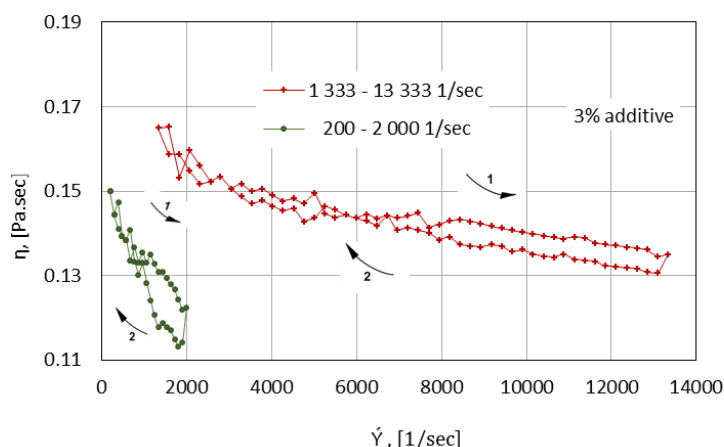
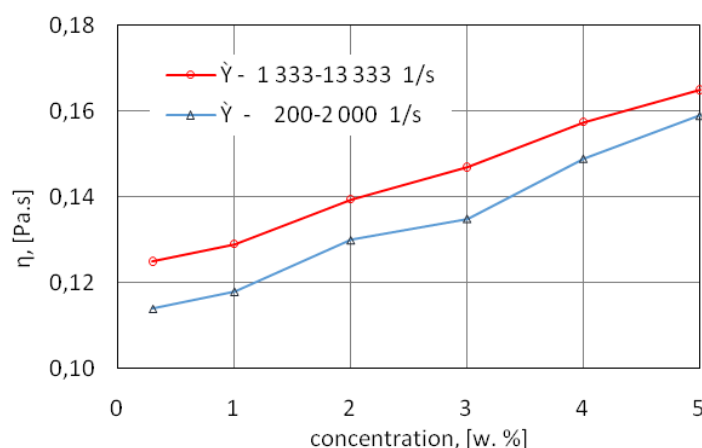


Figure 7 Hysteresis loop for 3% additive

In fig. 6 and fig. 7 is presented the effect of $\dot{\gamma}$ on η for both ranges of the shear rate for a 4% sample and for a 3% sample, respectively. The experiment is conducted by the “up-down rate ramp”, as the fluid is loaded to maximum shear rate and unloaded to the initial one [12, 13]. In this case, non-matching curves (hysteresis loop) is observed due to the prolonged time of shearing. The reduction in viscosity with increasing shear rate (pseudoplastic behavior) can be explained by a temporary change in the orientation of macromolecules of the additive in the oil. The molecule formations are orientated almost parallel to the surface of the rotating element, whereby its rotation is facilitated and the viscosity decreases accordingly [12]. With a reduction in the shear rate, the inverse process is observed - an increase in viscosity. The lack of coincidence between the two curves at increasing and subsequently decreasing the shear rate (presence of hysteresis loop) is due to the time influence as for our case of lubricating fluid are observed typical thixotropic properties.

Figure 8 shows the dependence of viscosity η on the concentration of the viscosity index improver to the oil.

Figure 8 viscosity η vs. additive concentration

It is evident that the increasing the additive concentration leads to the increase the viscosity. Furthermore the viscosity values for each of the concentrations are higher for the large range of shear rate compared with these for the low range of the shear rate. An

analogical tendency about the influence of the vi additive concentration on the values of the lubricant viscosity is established experimentally also by the wada & hayashi at the study of pseudoplastic fluids [14].

Conclusions

This paper presents the results from an experimental study of the influence of viscosity-index additive Polybuten PIB30 to mineral oil AN46 on the rheological behavior of the resulting lubricating fluid with non-Newtonian properties.

The graphically presented results illustrate the relationships between shear stress and shear rate also between viscosity and shear rate. Furthermore, the effect of variation in the shear rate and influence of the additive concentration are studied.

The tested samples of mineral oil with different concentration of the polymeric thickening additive have a typical behavior of pseudoplastic fluids (with an increase of the shear rate a decrease in viscosity and an increase in shear stress is observed). The effect of increasing the concentration of the additive involved is expressed in an increase in shear stress and viscosity increase. The lubricants tested have typical thixotropic properties, i.e. their viscosity increases with time as it is sheared at a constant rate.

Acknowledgments

The authors gratefully thank for the support of this work, provided by CEEPUS Program under the project CIII-BG-0703-05-1617 “Modern Trends in Education and Research on Mechanical Systems - Bridging Reliability, Quality and Tribology”.

References:

1. Traykov L., Oils, lubricants and liquids for transport and industry -, Technics, Sofia, 2007, - p. 336 (in Bulgarian).
2. Томашец А., Абилямжинова А., Качество моторного масла как фактор, обеспечивающий снижение потерь энергии на трение // Вестник СКГУ им. М. Козыбаева. 2016. - № 4 - с. 6-9.
3. Paboucek J. L., Lubricating oil viscosity index improver composition, US Patent 5217636 A, 1993.
4. Mang T., Dresel W. (Eds.), Lubricants and lubrication, 2nd Ed. - Wiley-VCH, 2007 - p 890.
5. Балтенас Р., Сафонов А., Ушаков А., Шергалис В., Моторные масла. Производство, свойства, классификация, применение. - Москва, Альфа-Лаб, 2000 - с. 272.
6. Соловьёв В., Быков И., Смазочные материалы и технические жидкости для эксплуатации нефтегазо-промышленного оборудования - Ухта, УГТУ, 2011 - с. 80.
7. Немец П., Мирек Р., Дембинский М., Пошеленжый С., Учебник по смазке - введение в масляный сервис - Lotos Oil S.A. - с. 57.
8. Mortier R. M., Fox M. F., Orszulik S. T., Eds., Chemistry and technology of lubricants, 3rd Edition, Springer, 2010 - p.560.
9. Hamrock B., Schmid S., Jacobson B., Fundamentals of Fluid Film Lubrication, 2nd ed., Marcel Dekker Inc., NY, 2004 – p 690.
10. Хебда М., Чичинадзе А., ред., Справочник по триботехнике Т. 2: Смазочные материалы, техника смазки, опоры скольжения и качения - Машиностроение, М., 1990 – p 416.
11. Szeri A., Fluid Film Lubrication - Cambridge University Press, 2nd ed., Cambridge, UK, 2005.
12. www.brookfieldengineering.com/-/media/ametekbrookfield/tech%20sheets/more%20solutions%202017.pdf?la=en.
13. Stachowiak G.W., Batchelor A.W., Engineering tribology, 2 ed. – Butterworth, Heinemann, MA, USA, 2001, 871 p.
14. Wada S., Hayashi H., Hydrodynamic lubrication of journal bearings by pseudo-plastic lubricants: Part 1, 2, Experimental studies // Bulletin of JSME. – 1971 - №14 - pp. 268-286.

15. www.brookfieldengineering.com/products/viscometers/laboratory-viscometers/cap2000-viscometer.

УДК:519.6.502(075)

ПАССИВТІ ҒИМАРАТТАРДЫ ЖОБАЛАУДЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ПРИНЦИПТЕРІ

Аубакирова Б.Б.

*(магистрі, аға оқытушысы, «Көлік және машина жасау» кафедрасы,
М. Қозыбаев атындағы СҚМУ, Петропавл қ., aubakirova_68@mail.ru)*

Төлеген А.Ж.

*(студенті, «Көлік және машина жасау» кафедрасы,
М. Қозыбаев атындағы СҚМУ, Петропавл қ.)*

Аңдатпа

Энергия тұтынудың төмендеуі, негізінен ғимараттың жылу жоғалтуына байланысты. Пассивті үйдің архитектуралық концепциясы: жинақы, жоғары сапалы және тиімді оқшаулау, материалдар мен тораптардағы суық көпірлердің жоқтығы, құрылымның дұрыс геометриясы, аймақтарды аймақтарға бөлу, жарықтың түсетін жақтары принциптеріне негізделген. Пассивті үйдегі ең керекті әдіс болып, жылу алмастыратын арнайы ағынды-сорғылы желдету болып табылады.

Түйінді сөздер: пассивті ғимарат, сәулет, суық көпірі, жылу оқшаулағыш, энергия тиімділік.

Аннотация

Достигается снижение потребления энергии в первую очередь за счет уменьшения теплопотерь здания. Архитектурная концепция пассивного дома базируется на принципах: компактности, качественного и эффективного утепления, отсутствия мостиков холода в материалах и узлах примыканий, правильной геометрии здания, зонирования, ориентации по сторонам света. Из активных методов в пассивном доме обязательным является использование системы приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией.

Ключевые слова: пассивное здание, архитектура, энергоэффективность, низкоэмиссионное покрытие, теплоизоляция, мостик холода.

Annotation

The reduction in energy consumption is achieved primarily due to a reduction in the heat loss of the building. The architectural concept of the passive house is based on the principles of: compactness, high-quality and effective insulation, the absence of cold bridges in materials and junctions, the correct geometry of the building, zoning, orientation to the sides of the world. From active methods in a passive house, it is mandatory to use a system of supply and exhaust ventilation with recuperation.

Key words: passive building, architecture, bridge of cold, low emission coating, thermal insulation, energy efficiency.

Заманауи әлемде тұрғын үйге жұмсалатын шығындар мәселесі өткір болғалы тұр. Зауыттың энергия тиімділігінің көрсеткіші болып жылу беру маусымы немесе жыл ішінде шаршы метрге ($\text{кВт} \cdot \text{с} / \text{м}^2$) кететін жоғалту. Орташа $100\text{—}120 \text{ кВт} \cdot \text{с} / \text{м}^2$ құрайды. Энергияны үнемдейтін ғимарат бұл - $40 \text{ кВт} / \text{м}^2$ -тан төмен көрсеткіш. Еуропалық елдер үшін бұл көрсеткіш одан да төмен шамалап $10 \text{ кВт} / \text{м}^2$. Энергия тұтынудың төмендеуі, негізінен ғимараттың жылу жоғалтуына байланысты. Пассивті үйдің архитектуралық концепциясы: жинақы, жоғары сапалы және тиімді оқшаулау, материалдар мен тораптардағы суық көпірлердің

жоқтығы, құрылымның дұрыс геометриясы, аймақтарды аймақ тарға бөлу, жарықтың түсетін жақтары принциптеріне негізделген. Пассивті үйдегі ең керекті әдіс болып, жылу алмастыратын арнайы ағынды-сорғылы желдету болып табылады.

Ең дұрысы, пассивті үй тәуелсіз температураны қолдау үшін, ешқандай шығын қажет етпейтін тәуелсіз энергетикалық жүйе болуы керек. Пассивті үйдің жылытуы онда тұратын адамдар мен тұрмыстық техниканың жылуына байланысты болуы керек. Кейде «пассивті үйдің» анықтамасы «ақылды үй» жүйесімен шатастырылады, оның мін-деті, ғимараттың энергияны тұтынуын бақылау болып табылады. Сондай-ақ, «белсенді үйдің» жүйесі әртүрлі, ол аз қуатты жұмсаудан басқа, оны өзі де қамтамасыз етеді, соны-мен қатар оны орталық жүйеге (оң балансы бар үй) бере алады.

«Құрылыс ғимараттарының архитектурасы» пәнін оқып-үйрену барысында 330 орындық бала-бақшаның курстық жобасы аяқталды. Оның дизайнерлік шешімдерінің негізіне пассивті үйді жобалауды негізгі тұжырымдамасына негізделген. Бұл жобада пассивті үй идеясы сындарлы шешімдерді дамытуда көрініс тапты. Пассивті үйдің негізгі тұжырымдамасының талаптарына сәйкес келетін ғимараттың құрылымдық шешімі, ғимараттың сырт қабығының, сыртқы жылу оқшаулау сапасы болып табылады, бұл:

- ғимараттың барлық жағынан толық оқшаулау: іргетас, қабырғалар, шатыр;
- жылу оқшаулағыш материалдардың жоғары сапасы: оның жылу өткізгіштік коэффициенті, бу өткізбеу мен жылуды көрсететін қасиеттері, оқшаулау қабатының қажетті қалыңдығы;
- жылу оқшаулауының сапасы: бөліктер, түйістер, тетіктер арасындағы жарықтардың болмауы, жылу мен суық көпірлерінің болмауы;
- ғимараттың сыртқы қабығының максималды ықтималдылығы (ауа өткізбейтіндігі).

Үй салғанда, біз кем дегенде екі мәселені шешуге тырысамыз:

- шатырдың болуы;
- сонымен қатар іштегі жылуды сақтау.

Бұл екі мәселелерді орындау сапасы біздің мүмкіндігіміз бен қабілеттімізбен байланысты. Алайда, біріншіден, жылу көздерінің жоғалу себептерімен айналысуымыз қажет.

ҚНЖЕ жылу жоғалту жайында мынандай мәліметтер береді:

- іргетас – 18% дейін;
- сыртқы қабырғалар – 20% дейін;
- терезе, есік – 21% дейін;
- желдету – түтін мұржасы – 25% дейін;
- шатыр – 10% дейін.

Бірінші міндет-бұл шығындарды барынша азайту. Қандай тәсілмен? Белгілі болғандай, іргетас арқылы жылу жоғалту жалпы алынған жылу жоғалту көлемінің 10-15% құрайды, сондықтан ғимаратты қоршау құрылымдары, және едендерді жылумен оқшаулау, ғимаратты жылумен оқшаулаудың негізгі мақсаты болып табылады. +. Тиімді жылу оқшаулау бөлмедегі микроклиматты жақсарттып қана қоймай, сонымен қатар құрылыс конструкцияларының қызмет мерзімін арттырады. Жылу оқшаулағыш материалдарды ұтымды пайдалану жылуды жоғалту мен құрылыс жұмыстарының шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. Заманауи жылумен оқшауланған материалдар төменгі жылу өткізгіштік және

гигроскопиялық қасиеттерін ұзақ мерзімде ыңғайлылықпен қолдану қасиеттерін біріктірулері керек. Бұл талапқа жылумен оқшауланған «Термовент» плиталары толығымен сәйкес келеді.

Мақтаны өндіру үшін габбро-базальт түріндегі жыныстар мен олардың аналогтары, қышқылдықты кемінде 1,8-ден қамтамасыз ететін шөгінді және вулкандық жыныстар, шламдар және аталған компоненттердің қоспалары. Плиталар гидрофобиза-торлар (май және кремнийорганикалық құрамы) қолданылатын синтетикалық байла-ныстырғыштар мен модификациялайтын қоспалар негізінде дайындалады. Тау жыныс-тарынан алынған жұқа талшықты минералды мақтаның жоғарғы сапасы, өз негізіндегі өнімнің жоғары сапасын қамтамасыз етіп, жылу оқшаулайтын плиталардың сығылу мен суға төзімділігінің тұрақты көрсеткішін қамтамасыз етеді. Цокольды қабаттағы едендер көбіне темірбетонды плиталардан жасалады. Бетон жылуды өте жақсы өткізеді, демек оны жылу оқшаулағыш материалмен жабу өте маңызды. Оқшаулағышқа ылғал жібер-меу мақсатында, жылу оқшаулағыш материалдың асты мен үстін гидрооқшаулағышпен жабады. Барлық жағдайларда жұмыс тәртібі мынадай: гидрооқшаулау, оқшаулау, қосымша жабын, еденасты жабын.

Цокольды қабат су сіңірмеу үшін, ғимарат айналасында міндетті түрде төсеніш (отмостка) қарастырылуы керек. Олар суық көпір жасайды.

«Суық көпірлер» өздігінен шектелген құрылыс элементтерін көлемі бойынша ұсынып, жоғарлатылған жылу беру арқылы жүзеге асырылады. Бұған мысал ретінде кірпіштен немесе қабырғалардан және бетоннан жасалған құрылыс элементтері, мысалы, жүк көтеретін едендер, терезе және есік көпірлері, айналма анкерлер, қаттылық тіректер, тіректер, жертөлелер және т.б. Суық көпірлердің теріс әсерлері:

- жылу энергиясын ұлғайту;
- су конденсатын қалыптастыру және жинақтау қаупі;
- құрылыс элементтеріне зиян келтіру қаупі;
- денсаулығына қауіп төндіретін қалыпты қалыптастыру қаупі.

Қосымша гидро және жылуды оқшаулау үшін іргетасты табиғи таспен аяқтауға болады. Бұл әсем көрінеді және жақсы су өткізбейтін қасиеттерге ие, ол қабырғаларды шұңқырдан, жаңбырдан және басқа ылғалдан сенімді қорғайды. Қабырғаларды сыртқы және сыртқы жақтарынан оқшаулауға болады. Қабырғаларды сыртынан оқшаулау ең тиімді болып саналады. Бұл жағдайда оқшаулағыштың қалыңдығына байланысты ғимарат өлшемі азаймайды. Сонымен қатар, ылғал әсерінен пайда болатын саңырауқұлақтар мен конденсаттардың пайда болуын болдырмайды. Бу өткізетін материалдармен сыртқы қабырғаларды оқшаулағанда, жылу энергиясын максималды үнемдеу жүзеге асырылады. Қаптауыш кірпіштен жасалған көтергіш қабырғаның орта қабатты көтергіш қабырға түрінде қолданылатын оқшаулағыштар мен қаптауыш кірпіштен жасалған қорғанышты-декоративтік қабырға конструкциялары жаңа құрылыстарда қалай қолданылса, дәл солай қайта құрылыс жүргізу кезінде де қолданылады. Бұл құрылымдар коррозияға төзімді болатын икемді байланыстары арқылы жасалады. Қатты кірпіш байланыстарын пайдалану құрылыстың жылу кедергісін едәуір төмендететіндіктен, жылу оқшаулағыш қабатының ұлғаюын талап ететіндіктен, икемді шыны немесе базальт пластикалық байланыстарды пайдалану өте қолайлы.

Үш қабатты қабырғаның оқшаулағыш құрылысы кезінде, келесі шарттар орындалды:

- орташа қабат ретінде пайдаланылатын жылу оқшаулағыш материал суды репеллирлеуге және шөгуге жоғары қарсылыққа ие болуы тиіс;
- сыртқы қаптауға арналған бұткізгіш материал, әдетте тығыздығы ішкі қаптауға қарағанда аздау болады;
- оқшаулағыш пен сыртқы қабырға арасындағы ауа аралығын қамтамасыз ету қажет.

Қабат аралық жабындар жылдам жылу өткізетін материалдан жасалғаннан соң, олар да оқшаулауды талап етеді. Едендерді қабаттар арасында оқшаулау үшін минералды жүн қолданылады. Тек қана матаның қабатымен герметикалық жасырын болғаны маңызды. Пассивті үйдің энергия тиімді компоненттері:

- жылы терезелер мен сыртқы есіктер;
- қуатты үнемдейтін екі қабатты терезе.

Үйдің жылуын сақтаудағы терезелердің рөлі өте жоғары. Термографиялық зерттеулер көрсеткендей, үйдегі жалпы жылудың шығыны 25% көптеген ғимараттардағы терезелер төмен деңгейде жылумен оқшауланған. Әдетте, барлық терезелердің жалпы ауданы қабырғалар мен шатырлардан гөрі аз екенін ескере отырып, бұл өте үлкен шығын деп айтуға болады. Сондықтан, үйлерді энергиятиімді терезелерімен қамтамасыз ету тұтынудың төмен деңгейі, пассивті үйлер және т.б. төмен деңгейде тұтынатын үйлер мен пассивті үйлер тұрғызғанда, сөзсіз маңызы бар.

Курстық жобада Екі жабынды төмен эмульсиялы үш қабатты шыныдан жасау және инертті газбен толтыру – бұл ұзақ мерзімді құрылыс пен модернизация үшін оңтайлы сапа.

Энерготиімді құрылыста маңызды жаңалық болып, жылумен оқшауланған үшқабатты шынылау болып табылады. Мұндай шыныпакетте екі төмен эмиссионды жабын және инертті газбен толтырылған екі камера болады. Егер де әйнекте ғана емес, сонымен қатар бүкіл терезеде бірдей мәндерге жету қажет болса, онда терезедегі жақсы оқшауланған терезелерді, сондай-ақ шыны шетінің бойымен жылу оқшауландырылған рамаларды қолдану қажет. Нәтиже – «жылы терезе» немесе «пассивті стандартты терезе». Осылайша, жоғарыда аталған әдістердің есебінен, энергияның үлкен көлемі пассивті жолмен сақталады. Біз қалыпты үйдің 20%-дан аспайтын жұмысын қажет ететін пассивті үйге ие боламыз. Оқшаулау қалыңдығын ұлғайтуда қосымша шығындар, ғимараттың жинақтылығына тікелей байланысты болып келеді.

Баламалы энергия көздері арқылы қамтамасыз етілген тиісті инженерлік жабдықтардың (жылу сорғылары, күн коллекторлары, күн панельдері, жел диірмендері және т.б.) көмегімен үйге техникалық қызмет көрсету үшін энергияны үнемдеуге болады.

Үйді қайта құру шығынымен оның қоршаған ортаға тигізетін кері әсері нөлге теңеліп, «нөлдік энергия» деп аталатын үй аламыз, қалауымызша және қаражатқа байланысты, тіпті «энергия плюсы» сипаттамасы бойынша үй тұрғыза аламыз.

Әдебиет:

1. Вольфганг Файст «Пассивті үйлерді жобалаудың негізгі ережелері. Неміс тілінен аудару редакциясы басшылығымен: А.Е. Елохова. М.: Құрылыс университеттерінің баспа қауымдастығы, 2008г.
2. 11-ші Конференция материалдар жиынтығы «Энергиямен тиімді ғимараттарды жобалау және салуға арналған технологиялар», «PASSIVE HOUSE». Мәскеу. 2-3 сәуір 2014ж.

УДК 629.7

ҚҰРЫЛЫС ЖӘНЕ ЖОЛ МАШИНАЛАРЫНЫҢ ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРЫНЫҢ ҚАЖАЛҒАН ТАРАТУШЫ БІЛІКТЕРІН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУДІҢ ӘДІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Әбілмәжінова А.С.

(магистранты, «Көлік және машина жасау» кафедрасы,
М.Қозыбаев атындағы СҚМУ, Петропавл қ., aika_89__89@mail.ru)

Томашец А.К.

(т.ғ.к., профессор, «Көлік және машина жасау» кафедрасы,
М.Қозыбаев атындағы СҚМУ, Петропавл қ.)

Аңдатпа

Құрылыс және машиналардың қажалған бөлшектерін қалпына келтіру ресурс үнемдеудің басым бағыттарының бірі ретінде табылып, жұмыс қабілеттілігін қамтамасыз етудің нақты стратегиясына айналып отыр. Қажалып тозған бөлшектерді жөндеу процесінде қалпына келтіру қосалқы бөлшектер өндірісін кеңейтуге өз үлесін қосады. Бұл мақалада құрылыс және машиналардың таратушы біліктерін қалпына келтірудің тәсілдері қарастырылған.

Түйінді сөздер: қалпына келтіру, таратушы білік, қозғалтқыш, қажалу, плазмалық балқыма, ресурс үнемдеу.

Аннотация

Реальной стратегией обеспечения работоспособности строительных и дорожных машин является восстановление деталей, выступающее как одно из приоритетных направлений ресурсосбережения. Поэтому целесообразной альтернативой расширению производства запасных частей является вторичное использование изношенных деталей, восстанавливаемых в процессе ремонта. В данной статье рассматриваются способы восстановления изношенных распределительных валов двигателей строительных и дорожных машин.

Ключевые слова: восстановление, распределительный вал, двигатель, износ, плазменная наплавка, ресурсосбережение.

Annotation

The real strategy of ensuring operability of construction and road cars is the restoration of details acting as one of the priority directions of resource-saving. Therefore, an expedient alternative to expansion of production of spare parts is recycling of the worn-out details, which are restored in the course of repair. In this article ways of restoration of worn-out camshafts of engines of construction and road cars are considered.

Key words: restoration, camshaft, engine, wear, plasma-jet hard-facing, resource-saving.

Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасының инженерлік-техникалық және жол - құрылыс нысандары автомобильдерден, тракторлардан, құрылыс және жол машиналарынан тұратын үлкен паркті құрайды, олар құрылысты және көлік коммуникацияларын қалпына келтіру үшін қолданылады.

Құрылыс машиналарының паркінің қысқаруына және олардың тозуына байланысты оларды жоғары тиімді пайдалану үшін олардың пайдалану сенімділігін арттыру талаптары жағарылап, қажалып тозған бөлшектерін қалпына келтіруге, техникалық қызмет көрсету және жөндеу сапасын арттыру сауалдары туды.

Құрылыс машиналары паркінің техникалық дайындығының төмендеуіне жөндеу кәсіпорындарының қосалқы бөлшектермен қамтамасыз етілмеуі ең бір маңызды факторлардың бірі болып табылады.

Қосалқы бөлшектерді өндіруді кеңейту материалдық және еңбек шығынын өсіруімен тікелей байланысты. Сонымен қатар құрылыс және жол машиналарының істен шықты деген бөлшектерінің 75% - на жуығы жөндеуге болатын бөлшектер. Сондықтан, қажалып тозған бөлшектерді жөндеу процесінде қалпына келтіру қосалқы бөлшектер өндірісін кеңейтудің маңызды мақсаты болып табылады.

Экономикалық тұрғыдан қарастырғанда қалпына келтірілген бөлшектерді, шектік қажалған бөлшектерді қалпына келтіріліп екінші рет пайдалану пайдалы. Бұл жаңа бөлшектерді дайындауға кететін шығындармен салыстырғанда қысқы мерзімде аз шығынмен жөндеуді қалыптастырады.

Құрылыс және жол машиналардың қажалған бөлшектерін қалпына келтіру ресурс үнемдеудің басым бағыттарының бірі ретінде табылып, жұмыс қабілеттілігін қамтамасыз етудің нақты стратегиясына айналды. Жаңа технологияларды пайдалану арқылы қалпына келтірілген бөлшектердің сапасы жаңа бөлшектердің сапасымен теңгерілді.

Ұнтақты қатты қорытпаларды пайдалану қалпына келтірілген бөлшектердің ресурсын айтарлықтай арттырады. Плазмалық балқыма қалыңдығы әр түрлі тозаңдатылған қатпарды ұнтақты қатты балқымаларымен қақтаудың механикаландырылған тиімді тәсілдерінің бірі болып табылады.

Әдебиет көздерін талдау көрсеткендей, қазіргі уақытта бөлшектерді қалпына келтірудің тәсілдері үш критериялар арқылы жүргізіледі [1]:

- технологиялық (қолдану критеріі);
- техникалық (төзімділік критеріі);
- технико-экономикалық.

Техникалық критерий арқылы бағалау мынау көрсеткіштер арқылы жүргізіледі [2]:

- Ілінісу;
- қажалуға төзімділік;
- шаршау беріктігі;
- микроқатаңдық;
- төзімділік.

1 Кестесінде қажалуға төзімділік, ілінісу, шыдамдылық коэффициенттері көрсетілген [3].

Таратушы біліктерді мынадай технологиялық критериялар арқылы қалпына келтіреді [3]:

- дірілдоғалық балқыма;
- CO₂ ортасында балқыма;
- плазмалық балқыма;
- газоплазмалық тозаңдату;
- плазмалық тозаңдату.

Таңдап алынған тәсілдер арқылы техникалық критеріі (төзімділік критеріі) арқылы тексереміз:

$$K_D = K_i \cdot K_B \cdot K_C, \quad (1)$$

$$K_D > 0,8; \quad (2)$$

- дірілдоғалық балқыма: $K_D = 1,15 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,03;$

- CO₂ ортасында балқыма: $K_D = 1,4 \cdot 0,7 \cdot 1,0 = 1,0$;
- плазмалық балқыма: $K_D = 1,6 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,45$;
- газоплазмалық тозаңдату: $K_D = 1,2 \cdot 0,8 \cdot 0,4 = 0,4$;
- плазмалық тозаңдату: $K_D = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 0,5 = 0,6$.

1 Кестесі Қажалуға төзімділік, ілінісу, шыдамдылық коэффициенттері

Қажалған келтіру әдістері	Коэффициенттер шамасы		
	Қажалуға қарсы (K_i)	Шыдамдылық (KB)	Ілінісу (K_C)
Көмір қышқыл газда балқыма	0,85	0,9...1,0	1,0
Дірілдоғалық балқыма	0,85	0,62	1,0
Флюс қабаты астындағы	0,90	0,82	1,0
Доғалық металдау	1,0...1,3	0,6...1,1	0,2...0,3
Газ жалынды балқыма	1,0...1,3	0,6...1,1	0,3...0,4
Плазмалық балқыма	1,0...1,5	0,7...1,3	0,4...0,5
Хромдау(электрлі)	1,0...1,3	0,7...1,3	0,4...0,5
Темірлеу	0,9...1,2	0,8	0,65...0,8
Түйіспелі балқыма (металл қабатын жалғастыра дәнекерлеу)	0,9...1,1	0,8	0,8...0,9
Қолмен балқыту	0,9	0,8	1,0
Желімді композиция	1,00	—	0,7
Электрмеханикалық өңдеу	до 3,00	0,8	1,0
Жөндеу өлшемдеріне байланысты өңдеу	1,0	1,0	1,0
Қосымша бөлшек қондыру	1,0	0,8	1,0
Пластикалық деформациялану	0,8...1,0	1,0	1,0

Технико-экономикалық критерий арқылы тексереміз :

$$\frac{C_{ei}}{K_{oi}} \rightarrow \min, \text{ или } \frac{C_{ei} + E_n \cdot K_{yoi}}{K_{oi}} \rightarrow \min, \quad (3) [4]$$

мындағы C_{ei} – ақауды жоюдың меншікті өзіндік құны, і-м әдісімен, тг/м²;

K_{oi} – қалпына келтірілген бөлшектің төзімділік коэффициенті і-м әдісімен;

E_n – нормативті төзімділік коэффициенті;

K_{yoi} – ақауды жою кезіндегі меншікті күрделі қаржы жұмсылығы і-м әдісімен, тг/м².

– дірілдоғалық балқыма : $\frac{C_{ei}}{K_{oi}} = \frac{346}{1,03} \approx 336 \text{ тг/м}^2$;

– CO₂ ортасында балқыма: $\frac{C_{ei}}{K_{oi}} = \frac{228}{1,0} = 228 \text{ тг/м}^2$;

– плазмалық балқыма: $\frac{C_{ei}}{K_{oi}} = \frac{196}{1,45} \approx 135 \text{ тг/м}^2$.

Салыстыру нәтижесінде плазмалық балқыманың төзімділік коэффициенті неғұрлым жоғары және өзіндік құны төмен екенін айтуға болады.

Тез қажалатын бөлшектердің қажалуға төзімділігін арттыру мақсатында дәнекерлеу ваназына ұнтақты жеткізу арқылы плазмалық балқыма әдісі қолданылған. Ұнтақты жеткізу арқылы бөлшектерді тозаңдатуда плазмалық қаптамалауда төзімділік 6-8 есе артады.

Плазмалық балқыма тек қымбат негізіндегі қорытпаларды (никель және кобальтты) ғана емес, темір бөлшектерді де тозандатуға болады.

Плазмалық балқылама әдісінің тағы бір ерекшелігі плазмалық процесті реттеуге электронды жүйені қолдану арқылы автоматтандыруға икемді.

Әдебиет:

1. Батищев А.Н. Методика оптимизации способов восстановления деталей// Организация и технология ремонта машин. – М.: РГАЗУ, 2000. – С. 174 – 178.
2. Конкин М.Ю. Ресурсосбережение при эксплуатации автотракторной техники. – М.: Информагротех, 1998. – 73 с.
3. Рекомендации для расчета ремонтного фонда и производственных мощностей предприятий по ремонту агрегатов и узлов тракторов и автомобилей. – М.: ГОСНИТИ, 1979.
4. Новиков В.С., Очковский Н.А., Тельнов Н.Ф. Проектирование технологических процессов восстановления изношенных деталей: Методические рекомендации к курсовому и дипломному проектированию. – М.: МГАУ, 1998. – 52 с.

УДК371.26: 004

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ
К РАЗРАБОТКЕ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНИКА**

Боговик А.С.

*(магистрант, СКГУ им. М.Козыбаева, г. Петропавловск,
motosegaman@gmail.com)*

Кухаренко Е.В.

*(доцент, к.т.н., СКГУ им. М.Козыбаева, г. Петропавловск,
genylapteva@mail.ru)*

Андатпа

Бұл мақалада электронды оқулықты әзірлеуге ситуациялық басқару әдістерін қолдану, атап айтқанда, бейімделген тестілеуді қолдану туралы айтылады.

Түйінді сөздер: электрондық оқулық, ситуациялық басқару, адаптивті тестілеу.

Аннотация

В данной статье рассматривается применение методов ситуационного управления к разработке электронного учебника, а именно к реализации в нем адаптивного тестирования.

Ключевые слова: электронный учебник, ситуационное управление, адаптивное тестирование.

Annotation

This article discusses the application of situational management methods to the development of an electronic textbook, namely, the implementation of adaptive testing.

Key words: electronic textbook, situational management, adaptive testing.

В процессе обучения параметры обучаемого субъекта, являющиеся одним из факторов, влияющих на результаты обучения, трансформируются согласно принципам обучения. Это означает, что изучение каждого из разделов должно

преобразовывать параметры обучаемого таким образом, чтобы максимально приближать их к параметрам квалификационной характеристики.

При этом идеальным вариантом организации поведения системы обучения стало бы приведение ее к формату индивидуального обучения с целью максимизации остаточных знаний в оптимальные временные сроки. Необходимость решения задачи индивидуализации обучения при организационных условиях массовости обучения обусловлена следующими свойствами образовательной системы:

- наличием большого числа взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, причем изменение в характере функционирования какого-либо из элементов отражается на характере функционирования других и всей системы в целом;
- система, а также входящие в нее разнообразные элементы в подавляющем большинстве являются многофункциональными;
- взаимодействие элементов в системе происходит по каналам обмена информацией;
- наличие у всей системы общей цели, общего назначения, определяющего единство сложности и организованности, несмотря на все разнообразие входящих в нее элементов;
- переменность структуры, обеспечивающая многорежимность характера функционирования, возможность адаптации, как в структуре, так и в алгоритме функционирования;
- система является эргодической, так как часть функций выполняется автоматически, а часть – человеком;
- управление носит иерархический характер, предусматривающий сочетание централизованного управления с автономностью ее частей.

Формальное представление модели образовательного процесса позволяет описать ее с помощью некоторого набора двухуровневых моделей-фрагментов, в которых один или несколько элементов знаний нижнего уровня представляют детализацию знаний элемента верхнего уровня, а он, в свою очередь, входит в подмножество элементов знаний модуля следующего, более высокого уровня иерархии, в соответствии с Рисунком 1.

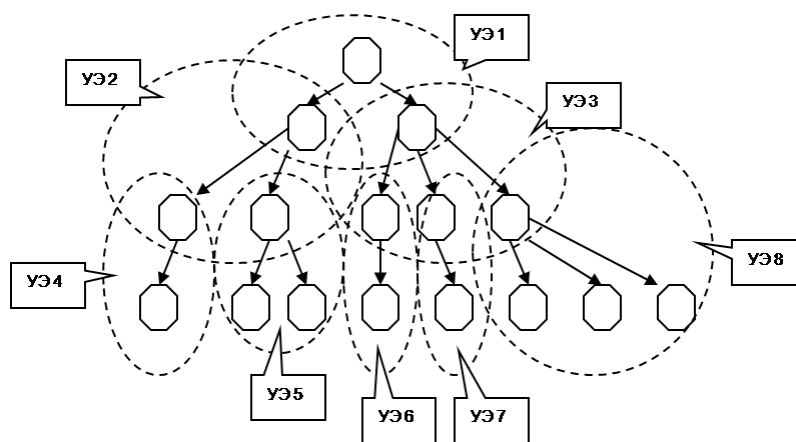


Рисунок 1 Проект учебных элементов

Каждый такой двухуровневый модуль явно описывает два этапа: работу по освоению элементов декомпозиции и переход к следующему уровню иерархии.

Соответствующий ему фрагмент учебного процесса будет состоять из сценария изучения материалов текущего (нижнего) уровня и сценария организации перехода на следующий (верхний) уровень.

Возможно, рассматривать такой модуль в качестве типового для проектирования архитектуры модели дисциплины, рассматривая его как базовую структуру процесса обучения. При этом элемент верхнего уровня определяет некоторую промежуточную цель обучения, а детализирующее его подмножество элементов нижнего – совокупность элементов знаний, усвоение которых необходимо для ее достижения.

Элемент самого верхнего уровня в иерархической модели будет определять конечную цель обучения, таких элементов может быть несколько, например, промежуточная цель определяется как изучение нескольких отдельных разделов учебных дисциплин.

В данном информационном подходе все элементы модели, кроме самого верхнего в иерархии (цель обучения), и совокупности «атомарных» элементов – «простых», висящих (аналог «листьев» в древовидной структуре), не детализированных в модели вершин, на различных этапах процесса играют роль и элемента знаний, и промежуточной цели. Атомарные вершины определяют уровень начальных знаний, необходимый для проведения обучения по представленной модели, поскольку диалог возможен только при наличии у обучаемого некоторых знаний в предметной области.

То есть элементы исходного уровня должны попасть в некоторую область понимания, являющуюся пересечением множеств предметной области обучения и области знаний обучаемого.

Традиционно стратегия управления образовательным процессом базируется на тестировании обучаемого на наличие должного уровня усвоения знаний и навыков по каждому элементу декомпозиции. При положительном результате обучаемый переводится на следующий уровень иерархии. Тогда бывшая промежуточная цель выступает в качестве текущего элемента, предлагаемого к изучению, а новой промежуточной целью выступает ее предок (элемент более высокого уровня, в декомпозицию которого она входит).

Формат электронного учебника дает возможность организации обучения и контроля знаний обучающегося с использованием возможностей вычислительной техники, что означает возможность разработки алгоритмов обучения и тестирования с возможностью прогнозирования результатов.

В разработанной модели представлено применение методов ситуационного управления к реализации адаптивного тестирования, которое является частью электронного учебника. Тестирование в разработанной модели является адаптивным, тогда как определение последовательности вопросов в ходе тестирования и обработка результатов осуществляются с применением методов ситуационного управления.

Перед началом тестирования ставятся четыре гипотезы: «испытуемый знает материал на высоком уровне», «испытуемый знает материал на среднем уровне», «испытуемый знает материал на низком уровне» и «испытуемый не знает материал». По 100-бальной шкале высокий уровень знаний будет принят за оценку в диапазоне 90-100, средний уровень знаний – за оценку в диапазоне 75-89, низкий уровень – за оценку в диапазоне 50-74, незнание материала – за оценку в диапазоне 0-49.

Тестовые вопросы в разрабатываемом электронном учебнике будут разбиты на три группы: вопросы высокой сложности, вопросы средней сложности и вопросы низкой сложности.

В данной модели будет реализовано варьирующе-ветвящаяся стратегия адаптивного тестирования, согласно которой происходит отбор заданий непосредственно из банка по определенным алгоритмам, которые прогнозируют оптимальную сложность последующего задания по результатам выполнения испытуемым предыдущего задания адаптивного теста [1].

В начале тестирования все гипотезы принимаются как равновероятные. В сумме вероятность всех гипотез равна 1. Ответы на вопросы вносят изменения в вероятности. Верный ответ на вопрос определенного уровня повышает вероятность соответствующей гипотезы за счет равномерного понижения вероятностей остальных. Неверный ответ на вопрос низкого уровня повышает вероятность гипотезы о незнании испытуемым материала. Неверные ответы на вопросы среднего и высокого уровней не влияют на вероятности гипотез. Тестирование начинается с вопроса среднего уровня.

Пример модели тестирования представлен на Рисунке 2.

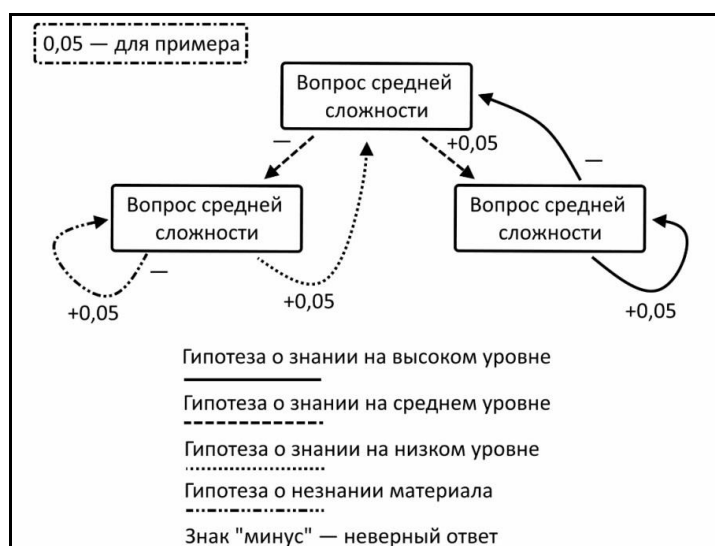


Рисунок 2 Пример модели тестирования.

Если значение вероятности какой-либо из гипотез достигает заданного порога, тестирование завершается. Если вопросов задано определенное (достаточно большое) количество, но пороговое значение, ни для одной из гипотез так и не достигнуто, то тестирование завершается принятием гипотезы с наибольшим значение вероятности для избежание случая, когда тестирование длится бесконечно долго. Если при этом несколько гипотез имеют равные значения вероятностей, принимается соответствующая наиболее низкой из оценок знаний испытуемого.

Рассмотренная выше модель уже содержит в себе методы ситуационного управления. Возможные траектории обучения в последующие периоды формируются на основе моделей и методов, адекватных процессу обучения, с использованием информации о текущих результатах обучения, в соответствии с Рисунком 3. При этом планирование должно осуществляться, исходя из принципов системности, целостности и, в общем случае, непрерывности процесса обучения, а также с учетом индивидуальных особенностей обучаемого.

Множеством допустимых решений является множество разделов, которые можно назначить из текущего состояния системы. Это множество (в общем случае) составляют разделы, не имеющие предков или все предки, которых изучены, которые при этом подходят под ограничения, налагаемые на процесс обучения и формализованные свойства обучаемого. Целевая функция является аддитивной от показателя эффективности каждого шага. Свойство аддитивности целевой функции выражается в том, что решение задачи зависит от решения, полученного на каждом шаге, т.е. данное значение накапливается по мере решения каждого шага.

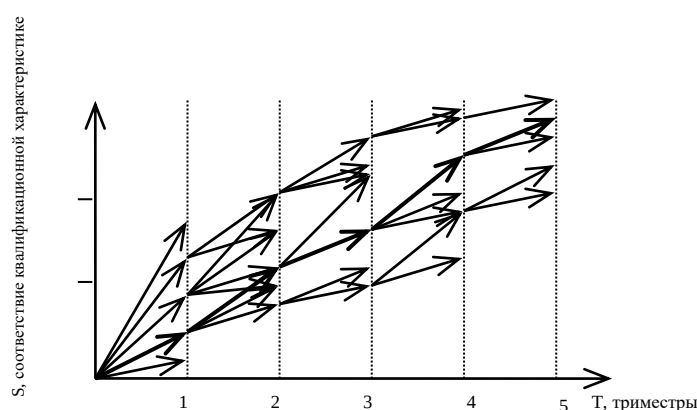


Рисунок 3 Дискретная ситуационная сеть

Внешне функционирование дискретной ситуационной сети выглядит как смена ситуаций. Характер смены определяется законами функционирования активных решателей. Следовательно, для синтеза такой сети необходимо владеть информацией о разделах, характере взаимосвязей между ними и свойствах процесса обучения. Однако способность достигнуть поставленной цели во многом зависит от изученности разделов, то есть необходимо исследовать события, происходящие в системе в последующие временные периоды, имитировать изучение выбранных разделов с целью обнаружения последствий принятого решения. Это позволит предотвратить погрешности принятого решения. Кроме того, агрегированное описание процесса с ростом размерности системы будет оказываться все более точным.

Текущая ситуация управления на объекте (обозначается Q_i , где i – отличительный номер ситуации) – совокупность всех сведений о структуре объекта управления в данный момент и знаний о технологии управления [2]. В данном случае это текущие значения вероятностей гипотез, а также счетчик заданных вопросов.

Полная ситуация управления (обозначается S_i , где i – отличительный номер ситуации) – совокупность, состоящая из текущей ситуации, знаний о состоянии системы управления в данный момент и знаний о технологии управления [2]. В данном случае это вся разрабатываемая модель адаптивного тестирования.

Способы воздействия на объект управления обозначаются U_k , где k – отличительный номер воздействия [2]. В случае разрабатываемой модели это задаваемые вопросы, разделяемые по уровням сложности – т.е. способов воздействия на объект управления всего три, так как уровней сложности вопросов три.

Элементарный акт управления имеет следующий вид:

$$S_i; Q_i \xRightarrow{U_k} Q_{i+1}.$$

Если сложилась ситуация Q_i , и определенная в S_i схема управления допускает использование способов воздействия на объект U_k , тогда они применяются, и получается новая ситуация Q_{i+1} . Такие правила преобразования далее будут называться корреляционными правилами. Совокупность корреляционных правил задает возможности системы управления воздействовать на протекающие в объекте процессы.

На Рисунке 4 показана схема решения задачи управления.

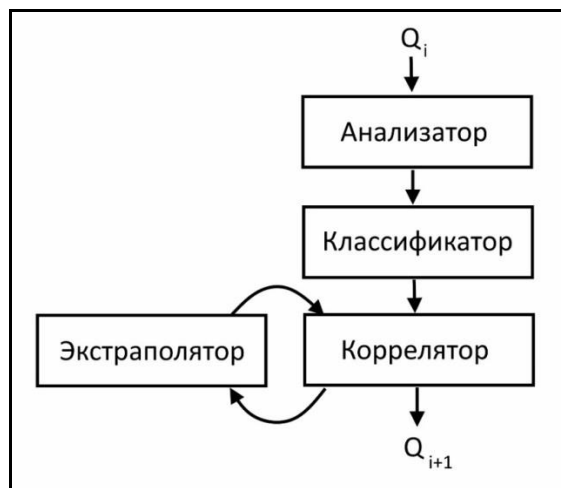


Рисунок 4 Решения задачи управления

Текущая ситуация Q_i поступает в анализатор. Анализатор, используя модель дискретной ситуационной сети, определяет необходимость выработки управляющего воздействия, классификатор определяет параметры обучаемого и относит ситуацию к некоторому классу, коррелятор посредством обращения к экстраполятору, оперирующему моделью взаимодействия дисциплин с целью экстраполяции последствий принятия одного из альтернативных решений и задающему вектор прогнозных результатов обучения, и, применяя модели времени и функции реализации, задает требуемое управляющее воздействие, после чего оптимизатор использует модель оптимизации по критерию ресурса времени, генерируется новый такт работы системы, и формируются новые параметры текущей ситуации. При отсутствии необходимости управляющего воздействия объект управления попадает в сток дискретной ситуационной сети.

В нем выделяется ответ на последний заданный вопрос (если это не первый вопрос, в случае чего анализатор пропускается). Ответ поступает в классификатор для проверки его правильности, используя хранящуюся в классификаторе базу правильных ответов.

После определения правильности ответа, данные передаются в коррелятор. Коррелятор содержит все корреляционные правила. Он определяет, какое корреляционное правило следует использовать. Для определения того, какое именно корреляционное правило следует использовать, данные передаются в экстраполятор, который анализирует текущие значения вероятностей гипотез и количество заданных вопросов, после чего коррелятор выдает решение.

Варианты решений, выдаваемые коррелятором, можно разделить на две категории: завершение тестирования и выдача нового вопроса. Завершение тестирования может быть либо в результате достижения значения вероятности

одной из гипотез определенного порога, либо в результате достижения лимита на число задаваемых вопросов. Выдача нового вопроса осуществляется, если завершение тестирования не является возможным в текущей ситуации. В таком случае проводится воздействие на объект управления путем выдачи нового вопроса одного из трех уровней сложности.

Разработанная модель позволяет с применением методов ситуационного управления организовать адаптивное тестирование в электронном учебнике. Смысл использования именно адаптивного тестирования заключается в оптимизации тестирования. С одной стороны, в случае явной выраженности определенного уровня знаний испытуемого требуется задать меньше вопросов. С другой стороны, ограничивается либо исключается выдача вопросов, несоответствующих уровню выражено слабых или сильных испытуемых.

Принятие решения при организации обучения в формате электронного учебника осуществляется в условиях дискретного времени (обучение происходит лишь в периоды использования учебника). Это позволяет не применять модели и технологии, предназначенные для работы в условиях непрерывного времени, что существенно упрощает процесс решения задачи. Кроме того, принятие решения должно осуществляться в условиях детерминированной модели, то есть задание внешних воздействий должно однозначно определять значения изучаемых параметров и выходных данных.

В качестве параметров, характеризующих продвижение обучаемого от начального состояния к конечному, целесообразно избрать уровни знаний и умений, способствующие получению квалификационной характеристики.

Поскольку наиболее важной составляющей системы обучения является характеристика обучаемого на каждом дискретном шаге обучения, включая как текущие параметры, так и значения атрибутов свойств в последующие временные периоды, можно утверждать, что объектом управления являются прогнозные показатели обучения в последующие периоды. Таким образом, управление в данном случае есть оптимальное планирование процесса обучения с целью удовлетворения квалификационным требованиям при соблюдении ограничений системы.

В таком случае модели и методы как средства прогнозирования позволяют предсказывать поведение объекта управления и предоставлять ему возможность выбора управляющих воздействий при принятии решения о продолжении или параметрах обучения. Разработанная модель может быть использована при разработке электронных учебников по любым дисциплинам, в которых возможно разбиение вопросов по уровням сложности.

Литература:

1. Компьютерное тестирование в образовании. [Электронный ресурс]: URL: http://koi.tspu.ru/koi_books/samolyuk/lek11.htm (дата обращения: 10.04.2017).
2. Поспелов Д.А. Ситуационное управление. Теория и практика. – М.: Наука, 1986. – 288 с.

УДК 620.9-62-97

ТЕПЛОВИЗИОННАЯ ДИАГНОСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Зорин А.Ю.*(магистрант гр. ЭЭ-м-17, кафедра «Энергетика и радиоэлектроника»,
СКГУ им. М. Козыбаева, г. Петропавловск, andrei_zorin@mail.ru)***Дарий Е.М.***(магистр, кафедра «Энергетика и радиоэлектроника», СКГУ им. М. Козыбаева,
г. Петропавловск, dariyelena@mail.ru)***Зыкова Н.В.***(магистр, кафедра «Энергетика и радиоэлектроника», СКГУ им. М. Козыбаева,
г. Петропавловск, maslova_nata2008@mail.ru)*

Андатпа

Бұл мақалада зиянды емес тестілеу әдістері көрсетіледі, өйткені электр жабдыктарын уақтылы диагностикалау апаттық санын азайтуға және төтенше режимдерді болдырмауға мүмкіндік береді. Негізгі назар жылулық бейнелеу әдісіне аударылады, жабдықты тексеру барысында алынған түрлі энергетикалық объектілердің термограммалары келтірілген.

Түйінді сөздер: электр энергетикасы, электр жабдыктары, термиялық диагностика, бақылау әдістері.

Аннотация

В данной статье указаны методы неразрушающего контроля, так как своевременная диагностики электрооборудования позволяет существенно сократить количество поломок и предотвратить аварийные режимы. Основное внимание уделено тепловизионному методу, приведены термограммы различных энергообъектов, полученные при обследовании оборудования.

Ключевые слова: электроэнергетика, электрооборудование, тепловизионная диагностика, методы контроля.

Annotation

In this article, methods for nondestructive testing are indicated, since timely diagnostics of electrical equipment can significantly reduce the number of failures and prevent emergency regimes. The main attention is paid to the thermal imaging method, the thermograms of various power objects obtained during the inspection of equipment are given.

Keywords: electric power industry, electrical equipment, thermal imaging diagnostics, control methods.

В 2004 году был принят закон «Об электроэнергетике», который установил принципы организации экономических, правовых отношений в сфере электроэнергетики РК. В данном законе были определены полномочные органы, цели и задачи государственной политики в области электроэнергетики.

Государственное регулирование в области электроэнергетики осуществляется в целях:

а) обеспечения безопасного, надежного и стабильного функционирования электроэнергетического комплекса Республики Казахстан;

б) единства управления электроэнергетическим комплексом Республики Казахстан как особо важной системой жизнеобеспечения хозяйственно-экономического и социального комплексов страны [1].

Для безопасного и эффективного управления единым энергокомплексом Казахстана применяется автоматическое управление региональными электроэнергосистемами (ЭЭС). Основной функцией автоматического управления ЭЭС является поддержание нормального режима работы, ликвидация последствий аварий и предотвращение их развития с помощью местных и централизованных устройств автоматики.

Предотвращение аварийных режимов и минимизация их последствий для всех элементов ЭЭС являются приоритетными задачами автоматического управления. Большинство аварий в энергосистеме характеризуется каскадным развитием, это происходит из-за наличия различных утяжеляющих факторов, к которым относятся малая пропускная способность электрических сетей, неверная работа релейной защиты и автоматики, слабая оснащенность современным оборудованием, ненадежная работа имеющегося оборудования, неквалифицированные действия персонала [2].

Одним из эффективных методов снижения вероятности возникновения аварийных режимов является комплексное диагностическое обследование оборудования ЭЭС, при котором производится проверка оборудования во включенном и отключенном состоянии. На базе данных диагностических обследований определяются объемы необходимых ремонтов и других профилактических мероприятий.

Качественную диагностику оборудования ЭЭС позволяют производить современные методы неразрушающего (безразборного) контроля. К ним относятся:

- акустические методы,
- магнитные (электромагнитные) методы,
- оптические методы,
- методы обнаружения дефектов проникающими веществами,
- радиационные методы,
- радиоволновые методы,
- хромотографические,
- тепловые методы,
- электрические методы [3].

Следует отметить, что все они в большей или меньшей степени нашли применение в электроэнергетике для контроля технического состояния и обнаружения дефектов оборудования. Так в Северо-Казахстанской области в настоящее время широко используются тепловые методы, основанные на регистрации изменений тепловых и температурных полей контролируемых объектов.

Для контроля электрооборудования 0,4 ÷ 750 кВ и воздушных линий электропередач применяется такой тепловой метод, как тепловизионная (инфракрасная) диагностика.

Применение тепловизионной диагностики основано на том, что наличие некоторых видов дефектов высоковольтного оборудования вызывает изменение температуры дефектных элементов и, как следствие, изменение интенсивности инфракрасного излучения, которое может быть зарегистрировано тепловизионными приборами – тепловизорами.

С 1998 года тепловизионная диагностика введена в «Объем и нормы испытаний электрооборудования», что дает возможность ее массового применения.

С помощью тепловизионных приборов успешно обследуется следующее оборудование:

- все виды контактных соединений ошиновки ОРУ, присоединений к линейным аппаратам, разъемных контактных соединений, разъединителей, внутренние контактные соединения камер воздушных и масляных выключателей;
- изоляторы экранированных токопроводов генераторного напряжения, шинных мостов автотрансформаторов и трансформаторов, опорные металлические конструкции шинных мостов;
- подвесные и опорные фарфоровые изоляторы;
- баки, вводы и системы охлаждения силовых трансформаторов;
- вводы масляных выключателей и проходные вводы;
- вентильные разрядники и ОПН;
- измерительные трансформаторы тока;
- измерительные трансформаторы напряжения – электромагнитные и емкостные;
- конденсаторы связи;
- высокочастотные заградители.

При тепловизионном обследовании трансформаторов четко выявляются дефекты работы охладителей; термосифонных фильтров; местные перегревы баков; перегревы болтов, соединяющих колокол и поддон; работы маслоуказателей по уровню масла и другие. Четко выявляются некоторые дефекты вводов трансформатора (Рисунок 2, 3).

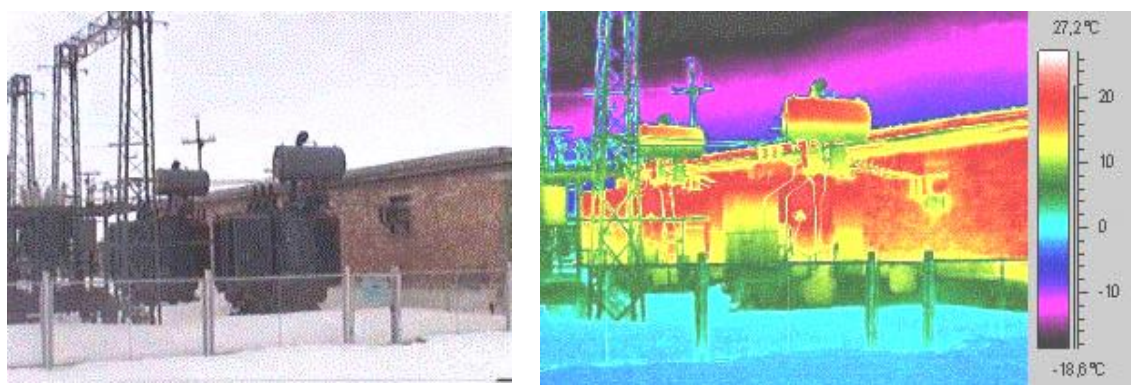


Рисунок 2 Фото и термограмма: силовой трансформатор (слева), термограмма силового трансформатора (справа)

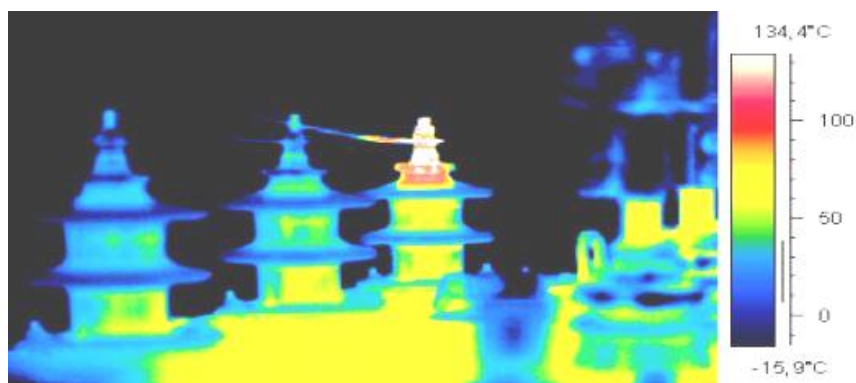


Рисунок 3 Термограмма вводов трансформатора ТМ-630 Ква

В ряде случаев только тепловизионный контроль позволяет выявить причину роста газосодержания в масле. Опыт тепловизионного обследования баков трансформаторов подтверждает, что такое обследование должно обязательно включаться в объем комплексного обследования трансформаторов. Термограмма распределительного трансформатора позволяет выявить выделение избыточного тепла вследствие появления внутреннего дефекта и низкого уровня масла (Рисунок 4).



Рисунок 4 Фото и термограмма:
распределительный трансформатор (слева),
термограмма распределительного трансформатора (справа)

Подводя итог всему выше изложенному, следует отметить, что своевременная и качественная диагностика – это необходимая и очень важная составляющая часть процесса рациональной эксплуатации оборудования энергообъектов, которая реализуется в рамках государственной политики в области электроэнергетики. Используя различные средства и методы неразрушающего контроля и обнаружения неисправностей, можно значительно сократить количество отказов электрооборудования, избежать серьезных последствий при авариях, уменьшить время простоя оборудования в ремонте, повысить надежность и качество электроснабжения потребителей [4].

Литература:

1. Закон Республики Казахстан «Об электроэнергетике» от 9 июля 2004 года № 588.
2. Мастерова О.А., Барская А.В. «Эксплуатация электроэнергетических систем и сетей» – Томск: ТПУ, 2006г. – 100с.
3. Баркан Я.Д. «Эксплуатация электрических систем» – М.: ВШ, 2006г. – 346 с.
4. Воропай Н.И. «Надежность систем энергетики: Проблемы, модели и методы их решения» – М.: Наука, 2014г. – 289 с.

УДК 672.116

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ КАЧЕСТВА ТРУБ, ПРОИЗВОДИМЫХ МЕТОДОМ ПРОКАТКИ

Ильченко М.А.

*(магистрант, гр. СС-м-17, кафедра «Транспорт и машиностроение»,
СКГУ им.М. Козыбаева, г. Петропавловск, ilchenko_mariya@list.ru)*

Аңдатпа

Жұмыста илектеу арқылы өндірілетін құбырлар сапасын бақылау мен бағалауда ультрадыбыстық дефектоскопияның рөлін ғылыми зерттеу. Осы мақалада біз құбыр өндірісінің сапасын қамтамасыз етудің жалпы мәселелерін, сондай-ақ өнімнің сапасын жақсарту үшін бұзбай-өлім сынақтарын қолдану әдістерін қарадық. Жұмыста да ультрадыбыстық дефектоскопия әдістеріне және сенсорларды орналастыру әдістеріне назар аударылады. Жұмыста құбырлардың жетіспеушілігін анықтау кезінде туындауы мүмкін сұрақтар мысалдары келтірілген. Бүгінгі күннің жұмысы маңызды және сұранысқа ие.

Түйінді сөздер: ультрадыбыс, дефектоскопия, илектеу, құбыр, сенсор.

Аннотация

Работа представляет собой научное исследование роли ультразвуковой дефектоскопии в контроле и оценке качества труб, изготавливаемых методом прокатки. В данной работе рассмотрены общие вопросы обеспечения качества изготовления труб, а также методы применения неразрушающего контроля для повышения качества продукции. В работе также уделено внимание способам проведения ультразвуковой дефектоскопии и методам размещения датчиков. В работе приведены примеры вопросов, которые могут возникнуть при проведении дефектоскопии труб. Работа на сегодняшний день является актуальной и востребованной.

Ключевые слова: ультразвук, дефектоскопия, прокатка, труба, датчик.

Annotation

The work is a scientific study of the role of ultrasonic defectoscopy in the control and evaluation of the quality of pipes manufactured by rolling. In this paper, we examined general issues of ensuring the quality of pipe manufacturing, as well as methods for applying non-destructive testing to improve product quality. In the work attention is also paid to the methods of ultrasonic defectoscopy and to the methods of placing the sensors. The paper gives examples of questions that may arise when carrying out flaw detection of pipes. Work to date is relevant and in demand.

Keywords: ultrasonic, defectoscopy, rolling, pipe, sensor.

В современное время, человечество постоянно использует достижения научно-технического прогресса. Водопроводы, нефтепроводы, газопроводы используются людьми постоянно, именно поэтому их изготовление и своевременный ремонт должны производиться качественно и в максимально короткие сроки. Трубы используются повсеместно, одно из лидирующих мест среди технологических процессов в изготовлении занимает прокатка. Магистральные трубопроводы для транспортирования нефти и газа, трубопроводы пара и горячей воды должны отвечать высоким требованиям качества, которые необходимо контролировать. В ходе изготовления труб методом прокатки могут возникать дефекты.

Наличие дефектов производства обусловлено невысоким качеством трубных заготовок дефектами их поверхности, наличием следов усадочной раковины, неравномерным нагревом при прокатке, глубокими рисками.

В качестве примера на Рисунке 1 показана работа прошивного стана. Заготовка подвергается различного рода воздействиям, в ходе которых возникают напряжения. Дефекты при такой обработке образуются как на внутренней, так и на наружной частях заготовки [1].

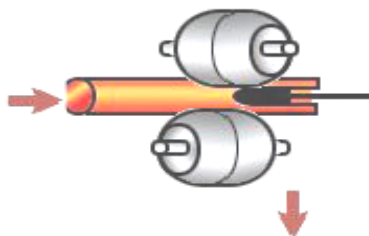


Рисунок 1 Работа прошивного стана

После прохождения прошивного стана готовый профиль заготовок попадает на правильный стан, показанный на Рисунке 2, где подвергается правке, в ходе которой могут возникнуть коробления [1].

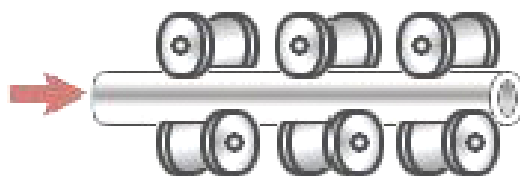


Рисунок 2 Работа правильного стана

Еще одним источником возникновения дефектов при обработке труб является обрезка труб по необходимым размерам, пример работы отрезного стана для труб показан на Рисунке 3.

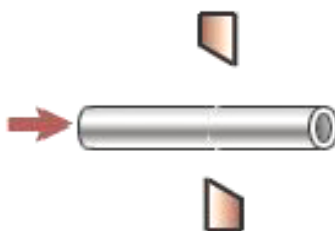


Рисунок 3 Работа отрезного стана

Важным фактором в повышении качества изготовления труб является контроль, но не все дефекты видны невооруженным глазом. Поскольку трубы являются цилиндрическими поверхностями, то возникают определенные трудности при проведении дефектоскопии. При исследовании труб необходимо использовать определенного рода методики, а также всегда необходимо использовать эталонный образец, пример представлен на Рисунке 4. Как правило, эталоном повреждения, для настройки прибора служит изготовленная на заводе или в слесарных условиях деталь или заготовка, имеющая определенные заранее известные параметры повреждения, например, пропил, отверстие определенного диаметра и др.

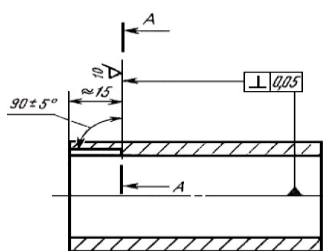


Рисунок 4 Образец-эталон повреждения

Образец позволяет точно настроить прибор для проведения исследования в определенных условиях, а также помогает правильно разместить датчики на трубе. Существенную проблему в исследовании внутренних дефектов занимает то, как правильно разместить датчик, чтобы правильно считать сигнал, немаловажную роль еще здесь играет толщина труб, любой датчик имеет ограничения по глубине которую он может исследовать [2].

Для контроля качества изготовления труб применяется дефектоскоп, который комплектуется преобразователями, стандартными образцами, дополнительными устройствами и приспособлениями, для того, чтобы обеспечить постоянные параметры контроля, таких как угол, шаг сканирования и другие. Дополнительные приспособления в виде, искусственных отражателей, помогают упростить процедуру настройки чувствительности ультразвуковой аппаратуры [3].

При контроле труб одного сортамента, как правило, используются единые стандартные образцы. Стоит отметить, что настройка ультразвуковой аппаратуры должна производиться одинаково для всех исследуемых образцов, а также необходимо обратить внимание на то, что амплитуды сигналов от одинаковых по геометрии отражателей и уровень акустических шумов должны совпадать с точностью не менее, чем $\pm 1,5$ дБ. В качестве стандартного образца для настройки чувствительности аппаратуры, используют отрезок трубы не имеющий дефектов, но он должен быть того же типа размеров, иметь тоже качество поверхности что и исследуемая труба [4].

Техническая документация на контроль предусматривает, использование различного рода отражателей. Образцы, количество датчиков фиксируются в документации о контроле. На Рисунке 5 представлены условные виды пиков сигнала при прохождении его через поверхность трубы без дефекта под пунктом «а» и с дефектом под пунктом «б».

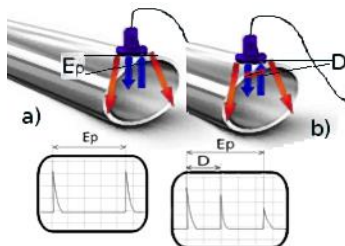


Рисунок 5 Прохождение сигнала

Продольный D_{cl} и поперечный D_{ct} шаги сканирования определяют с учетом заданного превышения чувствительности поиска над чувствительностью оценки, диаграммы направленности преобразователя и толщины контролируемого изделия.

При ручном контроле, значение шага сканирования должно принимать следующие значения:

$$\lambda = \frac{D}{n} \quad (1)$$

Как видно из Рисунка 5 при прохождении сигнала через участок трубы без дефекта, сигнал, отражаясь от стенок трубы, возвращается в принимающий датчик, более подробно прохождение сигнала показано на Рисунке 6. При прохождении сигнала через трубу с дефектом, на графике возникает пик от дефекта, указывающий на его наличие. Исследуя данный пик можно определить глубину залегания дефекта его вид, месторасположение [5].

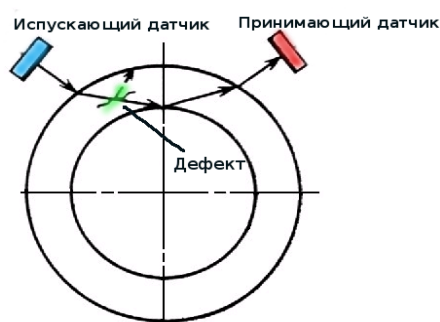


Рисунок 6 Передача сигнала

Основными измеряемыми характеристиками выявленного дефекта являются [6]:

- площадь дефекта S_d ;
- максимальное отклонение сигнала U_d , включающее расстояние от источника до объекта отклонения;
- нахождение дефекта в пространстве, его координаты;
- размеры дефекта, которые принимаются условно.
- расстояние между различными дефектами;
- количество дефектов на определенной длине соединения или изделия.

Процесс проведения дефектоскопии для контроля качества изготовления труб, является сложным, но необходимым. От качества труб зависит порой не только сохранность, каких либо жидкостей, но и жизни людей, работающих в опасном производстве, связанном с рисками утечки опасных веществ или взрывами.

Литература:

1. Розов Н.В. Холодная прокатка стальных труб. М.: Металлургия. – 1977. - 183 с.
2. Ультразвуковая дефектометрия металлов с применением голографических методов Под ред. А.Х. Вовилкина.- 2008.
3. Ермолов И.Н. Расчеты в ультразвуковой дефектоскопии.- 2004.
4. Алешин Н.П. Радиационная, ультразвуковая и магнитная дефектоскопия металлоизделий.- 1991.
5. Николаев М.И. Метрология, стандартизация, сертификация и управление качеством.- Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016.
6. Щербинин В. Песенник дефектоскописта (2010).

УДК 621.313.333

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Исаков О.О.

*(студент гр. ЭЭ-14, кафедра «Энергетика и радиоэлектроника»,
СКГУ им. М.Козыбаева, olegatorrzz@gmail.com)*

Аңдатпа

Осы мақалада ШИЖ-нің қазіргі жағдайы мен одан арғы дамуының келешектер талдауы берілген. Сондай-ақ ШИЖ-нің құрылымдық және электр схемасы қарастырылды. Мақаланың соңғы бөлігінде түрлі салаларда ШИЖ технологиясын қолданудың мысалдары бар.

Түйінді сөздер: шұра-индукторлы жетегі (ШИЖ-і), электромеханикалық жүйе, ротордың орналасу сенсоры, микропроцессорлық құрылғы, суық ротор, қуат тиімділігі, шұра-индукторлы қозғалтқышы (ШИҚ-ы), жоғары момент жетегі, жиілік түрлендіргіші (ЖТ-і).

Аннотация

В этой статье дан анализ современного состояния и перспектив дальнейшего развития ВИП. Также была рассмотрена структурная и электрическая схема ВИП. В заключительной части статьи приведены примеры применения технологии ВИП в различных отраслях.

Ключевые слова: вентильно-индукторный привод (ВИП), электромехатронная система, датчик положения ротора, микропроцессорное устройство, холодный ротор, энергетическая эффективность, вентильно-индукторный двигатель (ВИД), высокомоментный привод, преобразователь частоты (ПЧ).

Annotation

This article analyzes the current state and prospects for the further development of the switched reluctance drive (SRD). The structural and electrical scheme of the SRD was also considered. The final part of the article contains examples of the application of SRD technology in various industries.

Keywords: switched reluctance drive (SRD), electromechanic system, rotor position sensor, microprocessor device, cold rotor, power efficiency, switched reluctance engine (SRE), high-torque drive, frequency converter (FC).

Электрические приводы потребляют более половины всей производимой в мире электроэнергии и постоянно расширяют сферу своего применения. Все известные типы электрических машин, составляющих основу электроприводов, были изобретены еще в XIX веке, но к середине XX века широкое распространение получили только те, которые могли подключаться непосредственно к питающей сети. Это традиционные коллекторные двигатели постоянного тока, асинхронные и синхронные двигатели. Достижения в силовой и управляющей электронике привели к созданию в конце XX века надежных статических электрических преобразователей, обеспечивающих возможность плавного регулирования выходных координат электропривода и получения требуемого по технологии режима движения.

Это радикально изменило возможности традиционного массового электропривода с асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором по оптимизации режимов работы, экономии электроэнергии и других ресурсов. Одновременно возникла целая гамма новых электроприводов с различными типами электромеханических преобразователей. Среди них особенно выделяется

один - вентильно-индукторный (ВИП) или (в англоязычной литературе) - Switched Reluctance Drive (SRD) [1].

Вентильно-индукторный электропривод, представленный в 80-е годы XX в. проф. П. Лоуренсоном (г. Лидс, Великобритания), является продолжением и развитием в силовом варианте разработанного ранее шагового электропривода и обязан своим появлением, как и частотно-регулируемый асинхронный электропривод, успехам силовой и информационной электроники.

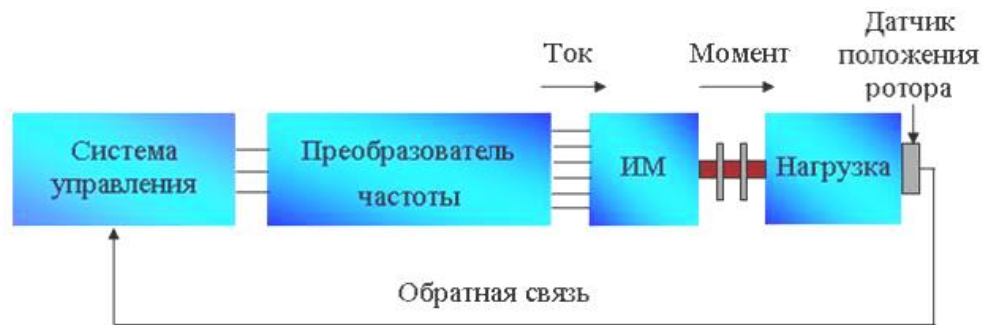


Рисунок 1 Структурная схема ВИП

ВИП представляет собой достаточно сложную электромехатронную систему, структурная схема которой приведена на Рисунке 1 [2]. ВИП состоит из электрической машины, электрического преобразователя – коммутатора, получающего питание от неуправляемого выпрямителя через конденсатор, и блока управления, подающего управляющие сигналы на транзисторы – ключи коммутатора. Электрическая схема ВИП приведена на Рисунке 2 [3].

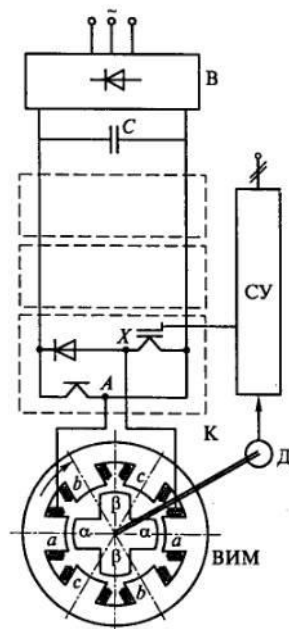


Рисунок 2 Электрическая схема ВИП

В некоторых версиях ВИП имеется датчик положения ротора, связанный с блоком управления.

Принципиальные отличия ВИП от электроприводов других типов заключаются в конструкции (Рисунок 3) [4] электрической машины (именно это

отличие принципиально обеспечивает ВИП высокую конкурентоспособность) и в блоке управления – микропроцессорном устройстве с весьма сложным программным обеспечением. Эти отличия в настоящее время ограничивают использование ВИП на практике.

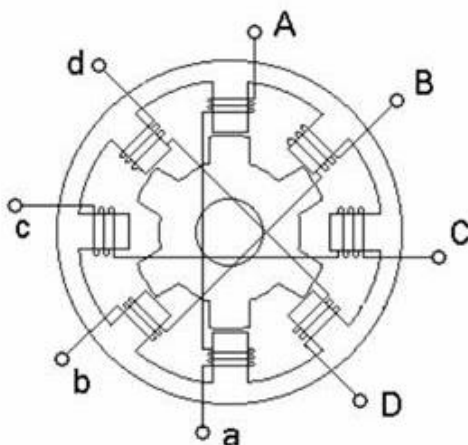


Рисунок 3 Поперечное сечение 4^x-фазной индукторной машины ВИП

Преимущества машины ВИП в сравнении с машинами любых других типов, в том числе с наиболее распространенными асинхронными машинами, очевидны:

- 1) предельная простота и технологичность конструкции при любом числе полюсов и фаз;
- 2) отсутствие операции заливки беличьей клетки ротора или оснащения ротора дорогостоящими и нетехнологичными постоянными магнитами;
- 3) холодный ротор, не несущий обмоток, и, как следствие, холодные подшипники;
- 4) высокотехнологичные, изготавливаемые на станке, катушки и обмотки статора;
- 5) упрощение операции пропитки: пропитываются только катушки статора, а не весь статор, как в асинхронных машинах;
- 6) высокая ремонтпригодность – простая замена катушек;
- 7) простая утилизация – разделение железа и меди;
- 8) стоимость производства (главное преимущество) примерно в три раза меньше, чем машин с постоянными магнитами, и в два раза меньше, чем асинхронных машин с короткозамкнутым ротором.

При несомненных достоинствах вентильно-индукторных машин обнаружились и некоторые недостатки: трудно обеспечить одинаковые характеристики для всех зубцов при весьма малом воздушном зазоре, центровку ротора и др. Реализация эффективного бездатчикового управления, разумеется, требует применения современных микропроцессорных средств и весьма сложного программного обеспечения. Все это является существенным барьером на пути широкого использования ВИП, хотя стремительное развитие информационной электроники и связанной с ней инфраструктуры позволяет надеяться, что этот барьер в недалеком будущем не будет казаться непреодолимым [5].

Основной итог исследований: вентильно-индукторный электропривод, несомненно, перспективен, трудности в его реализации преодолимы. Очевидны и

препятствия к его широкому использованию в сравнении с частотно-регулируемым асинхронным электроприводом:

- первое и главное – асинхронный электропривод может работать в нерегулируемом режиме без преобразователя частоты; ВИП этим качеством не обладает в принципе;

- второе – частотно-регулируемый электропривод стал привычным для громадного числа потребителей, прекрасно обеспечен элементной базой и качественным программным продуктом; вентильно-индукторному электроприводу это только предстоит.

Наиболее целесообразно использовать ВИД в качестве электропривода механизмов, в которых по условиям работы требуется осуществление регулирования в широком диапазоне частоты вращения [6]. Примером здесь могут быть электроприводы станков с числовым программным управлением и промышленных роботов. Эффективность использования ВИД существенно повышается, если необходимость регулирования частоты вращения сочетается с тяжелыми условиями работы, как это имеет место быть в электроприводах для металлургии, горнодобывающей промышленности и подвижного состава электрического транспорта. В промышленности есть большой класс устройств и механизмов, использующих нерегулируемый электропривод, где энергетическая эффективность существенно возрастает при использовании регулируемого электропривода. К таким устройствам, прежде всего, относятся компрессоры, насосы и вентиляторы. Использование здесь ВИД является весьма перспективным. Не менее перспективно применение ВИД в бытовой технике: стиральных машинах, пылесосах, кухонных комбайнах и электроинструментах. ВИД представляет собой относительно новый тип электромеханического преобразователя энергии, поэтому его продвижение на рынке происходит достаточно медленно. Однако уже сейчас многие электротехнические фирмы мира либо рассматривают возможность серийного выпуска ВИД, либо уже производят его.

Фирма Switched Reluctance Drives Ltd. (SRDL, Harrogate, Великобритания; с 1994 г. - подразделение компании Emerson Electric) является пионером в практическом использовании технологии ВИП. По ее лицензиям ряд производителей выпускают продукцию, демонстрирующую универсальность и эксплуатационную гибкость концепции ВИП.

В 2000 г. биомедицинская компания Beckman Instruments Inc. применила ВИП по лицензии SRDL в своих лабораторных центрифугах Avanti серий J & JE на скорость до 30 000 об/мин. Привод SR Drive® развивает вдвое больший по сравнению со стандартным приводом момент, что вдвое сокращает времена разгона и торможения, увеличивая тем самым производительность установки (высокопроизводительная центрифуга может сепарировать объем в 6 литров за меньшее время, чем обычная центрифуга успевает обработать 3 литра).

По лицензии компании SRDL английская фирма Allenwest выпускает общепромышленные электроприводы 7,5-22 кВт, а Jeffrey Diamond – электроприводы 35-300 кВт для шахт и других отраслей с тяжелыми условиями работы.

В 1998 г. фирмой British Jeffrey Diamond на шахте Maltby Colliery для регулируемого ленточного конвейера длиной 2,3 км установлены ВИП. Их основное достоинство - способность обеспечить полностью регулируемый и контролируемый темп ускорения. Это приводит к очень плавному пуску,

снижающему растяжение и износ лент. Система имеет три различных режима транспортировки с ограничением момента в каждом из них. Впервые ВИП типа Diamond Drive мощностью 35 кВт был установлен под землей в 1992 г. на угольной шахте Kellingley Colliery также для регулируемого привода ленточного конвейера, заменив гидравлический мотор. В настоящее время в действии находятся такие системы мощностью до 300 кВт. Diamond Drive, мощностью 180 кВт, используется также в металлургии на установках продольной резки полосы.

Приведенные примеры свидетельствуют о чрезвычайно широкой возможной сфере применений технологии ВИП, который еще не вышел на массовый рынок, но находится очень близко к этой стадии. За последние десять лет доля применения ВИД в регулируемом электроприводе возросла в восемь раз и достигла 8%. По всей видимости, эта цифра будет расти.

Завершая краткий обзор современного состояния разработок ВИП и переходя к оценке перспектив, необходимо упомянуть о некоторых проблемах не технического, а скорее экономического плана. Уже существует огромное число установленных в различном оборудовании асинхронных двигателей и двигателей с постоянными магнитами. На разработку, практическую реализацию и поддержку эксплуатации систем с ПЧ израсходованы огромные финансовые средства, в результате чего это техническое решение фактически доведено до совершенства.

Затраты на разработку и освоение нового производства и относительно небольшой объем выпуска на начальных этапах производства увеличивают цены ВИП и снижают его конкурентоспособность по сравнению с оборудованием, уже имеющимся на рынке. Анализ известных применений ВИП и его электромеханических свойств позволяет предположить, что дальнейшее развитие в первую очередь найдут применения, где обычным двигателям трудно или невозможно обеспечить требуемые режимы. Прежде всего, это низкооборотные, но высокомоментные приводы, позволяющие в ряде случаев исключить механический редуктор, чем упростить конструкцию механизма, а также высокооборотные приводы в металлообработке, лабораторном оборудовании, бытовой технике.

В первом случае эксплуатируется свойство ВИП - при простом токовом управлении создавать требуемый момент вплоть до нулевой скорости, во втором - предельно простая и прочная конструкция ротора, позволяющая выдерживать огромные механические напряжения, возникающие из-за центробежных сил на высоких скоростях.

Как дальше будет развиваться ВИП-технология, покажет время. В любой ситуации можно смело утверждать, что еще долгое время ВИП будет интересным объектом научных изысканий, предметом применения последних достижений в анализе и синтезе сложных электромеханических систем средствами компьютерного моделирования [7]. Может быть, все закончится тогда, когда будет решена задача, которую достаточно четко можно сформулировать уже сегодня: оценить предельные возможности ВИП и сравнить их с показателями альтернативных вариантов регулируемых электроприводов. Только сделать это необходимо и в теоретическом, и в практическом плане.

Литература:

1. Кузнецов В.А., Кузьмичёв В.А. Вентильно-индукторные двигатели. – М.: Изд-вл МЭИ, 2003 г.

2. <https://sixttwos.appspot.com/shema-upravleniya-ventilno-induktornym-dvigatелеm.html>.
3. http://powergroup.com.ua/3_9_ventilno-induktorny_elektroprivod.
4. <http://elmech.mpei.ac.ru/books/edu/SRD/Chapter1.html>.
5. Бычков М.Г. Элементы теории вентильно-индукторного электропривода // Электричество № 8, 1997 г.
6. Дискретный электропривод с шаговыми двигателями / Под общей ред. М. Г. Чиликина. – М.: Энергия, 1971 г.
7. Ильинский Н.Ф. Перспективы применения вентильно-индукторного электропривода в современных технологиях. Электротехника, №2, 1997 г.

УДК 697.329

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В ЭНЕРГЕТИКЕ КАК ОДИН ИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ И ЭФФЕКТИВНЫХ СПОСОБОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Исаков О.О.

*(студент гр. ЭЭ-14, кафедра «Энергетика и радиоэлектроника»,
СКГУ им. М.Козыбаева, olegatorrzz@gmail.com)*

Аңдатпа

Осы мақалада энергияны үнемдеу мәселелері және жылу сорғыларын қолдану мүмкіндіктері қарастырылады. Сондай-ақ жылу сорғысы жұмысының схемалық сызбасы қарастырылады. Мақаланың соңғы бөлігінде газ қазандықтарының және жылу сорғыларының салыстырмалы деректері бар.

Түйінді сөздер: температура әлеуеті, төмен әлеуетті жылу, кері сөндіргіш, жылу сорғысы, қайнаған жұмыс сұйықтығы, буландырғыш, конверсия коэффициенті, жақсы жылу алмастырғыш, газ қазандығы.

Аннотация

В этой статье рассматриваются проблемы энергосбережения и возможности применения тепловых насосов. Также рассмотрена принципиальная схема работы теплового насоса. В заключительной части статьи приведены сравнительные данные газовых котлов и тепловых насосов.

Ключевые слова: температурный потенциал, низкопотенциальное тепло, обращенная холодильная машина, тепловой насос, низкокипящее рабочее тело, испаритель, коэффициент преобразования, скважина-теплообменник, газовый котел.

Annotation

This article discusses the problems of energy saving and the possibility of using heat pumps. Also, a schematic diagram of the operation of the heat pump is considered. The final part of the article contains comparative data of gas boilers and heat pumps.

Keywords: temperature potential, low-potential heat, reversed chiller, heat pump, low-boiling working fluid, evaporator, a transform coefficient, well-heat exchanger, gas boiler.

В настоящее время перед Казахстаном, как и перед всем миром, остро стоят две взаимосвязанные проблемы: экономия топливно-энергетических ресурсов и уменьшение загрязнения окружающей среды. В условиях истощения запасов органического топлива и резкого повышения затрат на освоение новых месторождений становится все более нерациональным сжигание угля, газа и нефтепродуктов в миллионах маломощных котельных и индивидуальных

топочных агрегатах, вызывающее большое количество вредных выбросов в атмосферу и существенное ухудшение экологической обстановки в городах и мире [1].

Одним из эффективных путей экономии топливно-энергетических ресурсов является использование экологически чистых нетрадиционных возобновляемых источников энергии, и в первую очередь, солнечной энергии, аккумулированной в грунте, водоемах, воздухе. Однако периодичность действия и низкий температурный потенциал этих источников не позволяют использовать их энергию для отопления зданий непосредственно, без преобразования. В качестве преобразователей тепловой энергии от энергоносителя с низкой температурой к энергоносителю с более высокой температурой используются тепловые насосы. Тепловой насос представляет собой обращенную холодильную машину и позволяет вырабатывать тепловую энергию, используя низкопотенциальное тепло вторичных энергетических ресурсов и нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Применение тепловых насосов позволяет экономить до 70% традиционных энергетических ресурсов.

В настоящее время отопление и горячее водоснабжение городских объектов осуществляется, как правило, от централизованных систем теплоснабжения. Источником тепловой энергии в таких системах являются городские ТЭЦ, на которых осуществляется комбинированная выработка электроэнергии и тепла, или районные котельные. Преимущества централизованного теплоснабжения широко признаны. С термодинамической точки зрения комбинированное производство электроэнергии и тепла на ТЭЦ является гораздо более эффективным, чем раздельное производство электроэнергии на конденсационных тепловых электростанциях и тепла котельными.

Вместе с тем применение централизованных систем теплоснабжения имеет свои недостатки и ограничения. Строительство протяженных теплотрасс к удаленным объектам, а также к объектам в районах с малой плотностью застройки, сопряжено со значительными капитальными вложениями и большими тепловыми потерями на трассе. Их эксплуатация впоследствии также требует больших затрат. Теплонасосные системы теплоснабжения представляются одним из наиболее эффективных альтернативных средств решения проблемы. С термодинамической точки зрения схемы теплоснабжения на базе тепловых насосов в большинстве случаев являются даже более эффективными, чем от ТЭЦ и индивидуальных котельных.

Принципиальная схема теплового насоса изображена на рисунке 1 [2]. Суть его работы состоит в следующем. В испарителе теплового насоса тепло невысокого температурного потенциала отбирается от некоего источника низкопотенциального тепла (грунт, сбросное тепло, воздух и т.п.) и передается низкокипящему рабочему телу теплового насоса (фреону). Полученный пар сжимается компрессором. При этом температура пара повышается, и тепло на нужном температурном уровне в конденсаторе передается в систему отопления и горячего водоснабжения. Для того чтобы замкнуть цикл, совершаемый рабочим телом, после конденсатора оно дросселируется до начального давления, охлаждаясь до температуры ниже источника низкопотенциального тепла, и снова подается в испаритель. Таким образом, тепловой насос осуществляет трансформацию тепловой энергии с низкого температурного уровня на более высокий уровень, необходимый потребителю.

При этом на привод компрессора затрачивается механическая (электрическая) энергия.

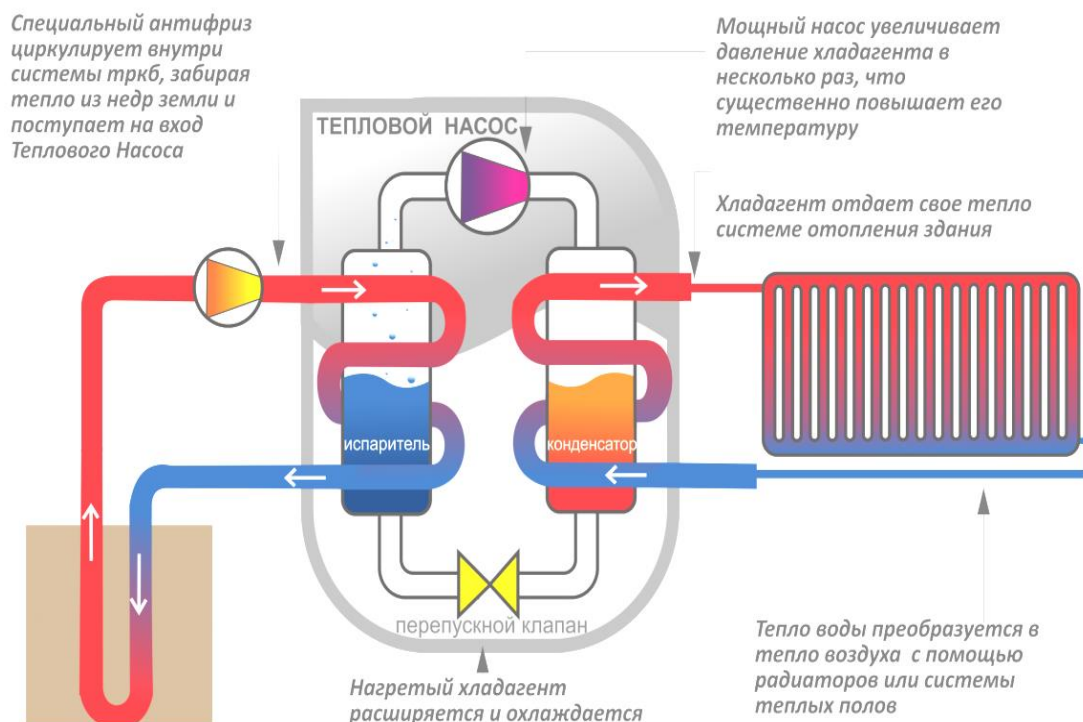


Рисунок 1 Принципиальная схема работы теплового насоса

При наличии источника низкопотенциального тепла с более или менее высокой температурой, количество тепла, поставляемого потребителю, в несколько раз превышает затраты энергии на привод компрессора. Отношение полезного тепла к работе, затрачиваемой на привод компрессора, называют коэффициентом преобразования теплового насоса, и в наиболее распространенных теплонасосных системах он достигает 3 и более.

Типичные зависимости идеального и реального коэффициентов преобразования теплового насоса от температуры конденсатора и испарителя приведены на рисунке 2 [3]. Например, при температуре испарителя на уровне 0 °С и температуре конденсатора на уровне 60 °С коэффициент преобразования реальной установки достигает 3. С увеличением температуры источника низкопотенциального тепла или с уменьшением температуры, необходимой потребителю, коэффициент преобразования возрастает и может достигать 4, 5 и больших значений.

Применение тепловых насосов особенно эффективно в случае использования воздушных систем или напольных систем водяного отопления, для которых температура теплоносителя не превышает 35-40 °С. Все более широкое применение в последнее время находят системы отопления с применением современных теплообменников с высокими коэффициентами теплопередачи и соответственно допускающих использование теплоносителя с пониженными температурами.

Ключевым вопросом, от которого в значительной степени зависит эффективность применения тепловых насосов, является вопрос об источнике низкопотенциального тепла.

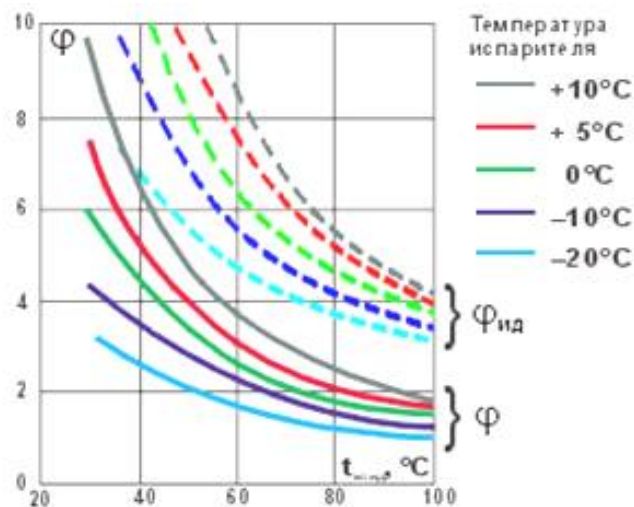


Рисунок 2 Идеальный и действительный коэффициент преобразования ТН с поршневым компрессором

В качестве низкопотенциальных источников теплоты могут использоваться:

а) вторичные энергетические ресурсы:

- теплота вентиляционных выбросов;
- теплота серых канализационных стоков;
- сбросная теплота технологических процессов.

б) нетрадиционные возобновляемые источники энергии:

- теплота окружающего воздуха;
- теплота грунтовых вод;
- теплота водоемов и природных водных потоков;
- теплота солнечной энергии;
- теплота поверхностных слоев грунта.

В качестве довольно универсального источника низкопотенциального тепла можно использовать теплоту грунта. Известно, что на глубине 4-5 м и более температура грунта в течение года практически постоянна и соответствует среднегодовой температуре атмосферного воздуха. Поверхностные слои грунта (до 50 - 60 м), являются достаточно универсальным и повсеместно доступным источником низкопотенциального тепла. Скважины-теплообменники могут сооружаться под фундаментом здания или в непосредственной близости от него. При этом такие системы не требуют заметного отчуждения земли. Тепловые режимы работы грунтовых теплообменников могут быть существенно улучшены при использовании, наряду с теплом грунта, утилизируемого тепла вентиляционных выбросов, тепла жидких стоков, а в ряде случаев и солнечной энергии [4].

В процессе эксплуатации систем на базе тепловых насосов, происходит экономия первичного топлива (Таблица 1). В результате воздействие таких систем на окружающую среду существенно снижается. Сегодня они считаются более «чистыми» в экологическом плане, нежели самые современные высокотехнологичные газовые котлы.

Проведенные исследования помогают провести сравнительный анализ воздействия на среду тепловых насосов и газовых котлов по годовым эксплуатационным показателям сгорания, объемам выбросов в атмосферу CO₂.

Таблица 1 Примерные сравнительные эксплуатационные характеристики различного типа отопительного оборудования (180 м² отапливаемой площади)

	Тепловой насос (к-т 6)	Газовое оборудование	Дизельное оборудование	Электрическое оборудование
Количество рабочих часов за сезон	1700	1700	1700	1700
Потребление топлива	3 кВт/час	4 м ³ /час	3 кг/час	18 кВт/час
Стоимость единицы топлива	3,08 тг. (ночной тариф)	5,2 тг.	61,6 тг.	3,08 тг. (ночной тариф)
Годовые затраты на топливо	15708 тг.	35033,6 тг.	314160 тг.	94248 тг.
Гарантия на оборудование	Свыше 3 лет	1 год	1 год	1 год

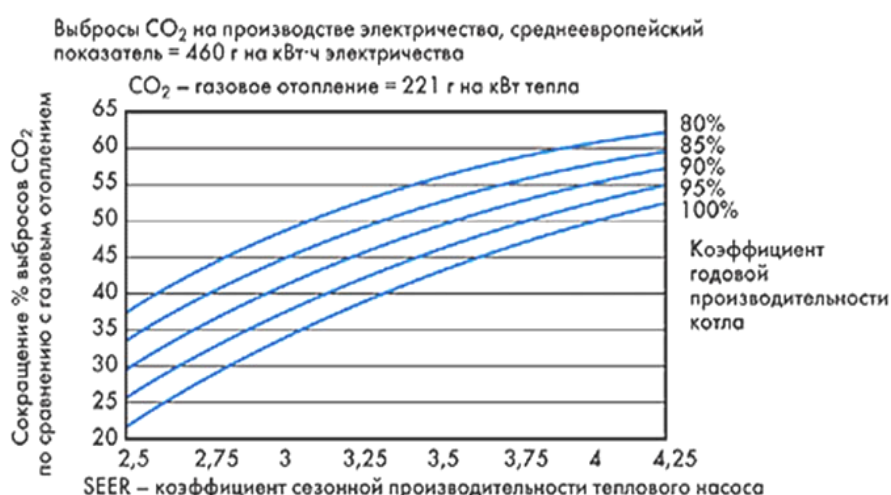


Рисунок 3 Анализ воздействия на среду тепловых насосов и газовых котлов

Для примера: тепловой насос с показателем SEER 3,0 по сравнению с котлом, имеющим коэффициент годовой производительности на уровне 90% (уровень чрезвычайно высокий и труднодостижимый), выбрасывает в атмосферу CO₂ на 40% меньше, чем котел той же мощности за аналогичный временной отрезок (Рисунок 3) [5].

Внедрение тепловых насосов приводит также к снижению и других вредных соединений (Таблица 2). Опыт проектирования, создания и практической эксплуатации теплонасосных систем теплоснабжения, технико-экономические и проектно-конструкторские обоснования их внедрения в реальные малые и крупные объекты строительства, расположенные как в условиях плотной городской застройки, так и в сельской местности, свидетельствуют о широких возможностях эффективного применения теплонасосных систем и обеспечения с их помощью заметного экономического, энергосберегающего и экологического эффектов [6].

Таблица 2 Сравнительная оценка вредных выбросов за отопительный сезон (5448 ч) от различных тепловых источников тепловой мощностью 1,16 МВт

Вид вредного выброса, т/год	Котельная на угле	Электрообогрев	Тепловой насос, с среднегодовым коэффициентом 3,6
SO _x	21,77	38,02	10,56
NO _x	7,62	13,31	3,70
Твердые частицы	5,8	8,89	2,46
Фтористые соединения	0,182	0,313	0,087
Всего	34,65	60,53	16,81

Таким образом, применение систем на базе тепловых насосов – это во многих случаях оправданное решение, ведущее как к сбережению невозобновляемых энергоресурсов, так и к защите окружающей среды, в том числе и за счет сокращения выбросов CO₂ в атмосферу.

Литература:

1. Закиров Д.Г. Энергосбережение. Пермь: Книга, 2000.
2. <http://odnastroyka.ru/princip-raboty-teplovyyh-nasosov-dlya-otopleniya>.
3. <https://refdb.ru/look/1051428-pall.html>.
4. Закиров Д.Г. Утилизация вторичных энергетических ресурсов и использование возобновляемых источников энергии с применением тепловых насосов - основной путь снижения энергоемкости производства// Промышленная энергетика. 2002.
5. https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=454.
6. Калнинь И.М. Тепловые насосы: вчера, сегодня, завтра //Холодильная техника. 2000.

УДК 621.121

ПРОБЛЕМЫ ЭФФЕКТИВНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИННЫХ ГЛУБИННЫХ ШТАНГОВЫХ НАСОСОВ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПРИ ДОБЫЧЕ УГЛЕВОДОРОДОВ

Савинкин В.В.

(д.т.н., кафедра «Транспорт и машиностроение», СКГУ им. М. Козыбаева,
г. Петропавловск, savinkin7@mail.ru)

Дмитриев Ф.С.

(главный инженер, АО «Мунаймаш», г. Петропавловск)

Иванова О.В.

(магистр, кафедра «Транспорт и машиностроение», СКГУ им. М. Козыбаева,
г. Петропавловск, itf.nkzu@mail.ru)

Нетесова Е.А.

(магистрантка, гр. МС-м-17, кафедра «Транспорт и машиностроение»,
СКГУ им. М. Козыбаева, г. Петропавловск, bottsvin@mail.ru)

Андатпа

Бұл мақалада тереңдік сорғыларды орнату үшін күрделі жөндеуді ұлғайту мәселесі қарастырылады. Терең сорғылардың іркілістерін талдау зерттелген ұңғымалардың жабдықтарын

токтатудың негізгі себептерін қалыптастыруға мүмкіндік берді. Жабдықтардың қызмет мерзімін ұзартудың маңызды міндеттерінің бірі насос станцияларында асфальт және шайыр парафинді кен орындарын бақылау болып табылады. Шөгіндінің терең сорғыларының жұмысына әсер ететін шөгінділердің пайда болу түрлерін анықтау, 8 майдың композицияларын, 1 асфальт және смолярлық парафинді тұндыруды және 11 қалыптасқан суларды, сондай-ақ, мұнай деректеріне химиялық реагенттердің әсерін зерттеу жүргізілді. Парафинді тұндырудың екі ингибиторы пайдалануға ұсынылды.

Түйінді сөздер: мұнай-газ өнеркәсібі, сорғылар, шөгінділер, іркілістер, ингибиторлар, парафиндік кендер.

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы увеличения межремонтного периода установок штанговых глубинных насосов. Анализ отказов глубинных насосов позволил сформулировать основные причины остановки оборудования исследуемых скважин. Одной из важнейших задач увеличения срока службы оборудования является борьба с асфальтосмолопарафиновыми отложениями в насосных установках. Для выявления видов образования отложений, влияющих на работу штанговых глубинных насосов, были проведены базовые исследования составов 8 нефтей, 1 асфальтосмолопарафинового отложения и 11 пластовых вод, а также влияние химических реагентов на данные нефти. По результатам исследований предложено к применению два ингибитора парафиноотложений.

Ключевые слова: нефтегазовая отрасль, насосы, отложения, отказы, ингибиторы, парафиноотложения.

Annotation

The article deals with the issues of increasing the period of overhaul of the installation of deep pumps. Analysis of failures of deep pumps allowed to formulate the main reasons for stopping the equipment of the investigated wells. One of the most important tasks of increasing the service life of the equipment is the control of asphaltic and resin paraffin deposits in pumping plants. To identify the types of sediment formation affecting the operation of rod deep pumps, basic studies of the compositions of 8 oils, 1 asphaltic-resinous paraffin deposits and 11 formation waters, as well as the effect of chemical reagents on oil data, were carried out. Two inhibitors of paraffin deposition were proposed for use.

Keywords: oil and gas industry, pumps, sediments, failures, inhibitors, paraffin deposits.

Нефтегазовая отрасль динамично развивается в направлении более полного извлечения углеводородов из недр земли. Появляются и внедряются технологии, использующие специальное оборудование. Добыча нефти сопровождается рядом технологических и эксплуатационных проблем, которые повышают себестоимость извлекаемого сырья.

Для эффективной эксплуатации глубинных скважинных штанговых насосов необходимо поддержание и улучшение фильтрационных свойств продуктивных пластов, снижение отложений в подземном оборудовании (ПО) скважины, предупреждение образования водонефтяных эмульсий и многое другое [1]. Современные устройства штанговых глубинных насосов (УШГН) предназначены для откачивания пластовой жидкости из нефтяных скважин с дебитом до 100 м³/сут. и глубиной до 3000 м. Пластовая жидкость может содержать до 99% воды. При использовании специальных коррозионностойких и износостойких материалов и дополнительных устройств допускается наличие в жидкости значительного количества свободного газа на приеме, механических примесей, сероводорода и солей [2]. Данные факторы существенно снижают межремонтный период установки.

Допустимые величины выше перечисленных осложняющих добычу факторов устанавливает каждый завод-изготовитель для конкретных вариантов конструкции.

Одной из важных технических задач при увеличении межремонтного периода УШГН является борьба с асфальтосмолопарафиновыми отложениями (АСПО). Практика добычи нефти на промыслах показывает, что основными участками накопления АСПО являются скважинные насосы, насосно-компрессорные трубы (НКТ), выкидные линии от скважин, резервуары промысловых сборных пунктов. Наиболее интенсивно АСПО откладываются на внутренней поверхности НКТ. В выкидных линиях их образование усиливается в зимнее время, когда температура воздуха становится значительно ниже температуры скважинной жидкости.

С ростом скорости движения нефти интенсивность отложений вначале возрастает, что объясняется увеличением турбулизации потока и, следовательно, увеличением частоты образования и отрыва пузырьков от поверхности трубы, флотирующих взвешенные частицы парафина и асфальтосмолистых веществ [3]. Шероховатость стенок и наличие в системе твердых примесей способствуют также выделению из нефти парафина в твердую фазу (Рисунок 1).



Рисунок 1 Засорение солями

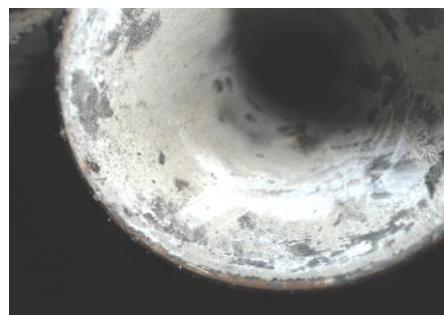


Рисунок 2 Отложения твердых веществ серого цвета (соли)



Рисунок 3 Отложения твердых веществ серого цвета (соли) на плунжере



Рисунок 4 Твердые вещества серого цвета (соли) на внутренней полости цилиндра

Кроме указанных основных факторов на интенсивность парафинизации трубопроводов при транспортировании углеводородной продукции скважин могут оказывать влияние степень обводненности продукции и величина рН пластовых вод. Перечисленные факторы приводят к преждевременному отказу скважин, оснащенных штанговыми глубинными насосами. Причина отказа ПО – обрыв штанг в результате заклина ШГН из-за засорения солями (Рисунок 1).

На рисунке 2 показаны отложения твердых веществ серого цвета (соли) на штангах и НКТ [3]. При проведении ПРС ШГН был расклинен. На плунжере видны отложения твердых веществ серого цвета (соли) (Рисунок 3).

При комиссионном разборе ШГН на клапанах (Рисунок 4) и внутренней полости цилиндра так же выявлены твердые вещества серого цвета (соли).



Рисунок 5 Штанговый глубинный насос



Рисунок 6 Всасывающий клапан

Причина отказа – отворот штанг в результате заклина ШГН из-за засорения солями. На штангах, хвостовике, ШГН (Рисунок 5) и всасывающем клапане (Рисунок 6) обнаружены отложение вещества серого цвета (соли) [3].

Анализ отказов глубинных насосов позволил сформулировать основные причины остановки исследуемых скважин: заклинивание плунжера в цилиндре - 3 единицы; пропуск клапана - 3 единицы; обрыв штанги - 3 единицы; отложения мехпримесей - 2 единицы; отложения парафина - 4 единицы; солеотложения - 1 единица; нет опрессовки - 1 единица.

Причем, влияние этих факторов неоднозначно и может быть различным для разных месторождений. Отложения, образовавшиеся в разных скважинах, отличаются друг от друга по химическому составу в зависимости от группового углеводородного состава разных видов нефти, добываемых на этих скважинах. Но при всём возможном разнообразии составов, для всех отложений установлено, что содержание в них асфальтосмолистой и парафиновой компоненты будут обратными: чем больше в АСПО доля асфальтосмолистых веществ, тем меньше будет содержаться парафинов в нефти. Такая особенность обуславливается характером взаимного влияния парафинов, смол и асфальтенов, находящихся в нефти до момента их выделения в отложения.

Однако, если нефть содержит достаточно большое количество асфальтенов (4-5 % и выше), сказывается их депрессорное действие. Асфальтены могут сами выступать зародышевыми центрами. Парафиновые молекулы участвуют в сокристаллизации с алкильными цепочками асфальтенов, образуя точечную структуру. То есть образование сплошной решётки не происходит. В результате такого процесса парафин перераспределяется между множеством мелких центров и выделение парафинов на поверхности существенно ослабляется. Для выявления факторов, влияющих на работу ШГН, были проведены базовые исследования составов 8 нефтей, 1 АСПО и 11 пластовых вод.

Результаты анализов по содержанию асфальтенов, смол, парафинов и температур плавления парафинов добываемых нефтей и АСПО представлены в Таблице 1.

Таблица 1 Составы нефтей

№ скв.	Содержание в нефти, %			
	Асфальтены	Смолы	Парафины	T _{плавл.парафина} °С
4232*	1,36	10,18	14,49	49,8
4627*	0,42	8,83	8,71	52
5727*	1,31	7,77	19,74	59
9488**	11,01	11,28	13,34	61,5
281*	0,69	12,21	16,63	50,6
544*	0,93	8,65	21,42	53
745*	0,79	12,31	19,89	45
2603*	0,42	6,03	7,89	52,2
5893*	0,54	9,56	9,58	51,3
Примечание: * нефть, ** АСПО				

Все исследуемые нефти относятся к высокопарафинистому типу, содержание парафина от 7,89 до 21,42 % (ГОСТ 912-66). Нефти из скважин № 4232, 4627, 281, 544, 745, 5893 смолистые, содержание смол от 8,65 до 12,31 %. Нефти из скважин № 2603 и 5727 малосмолистые, содержание смол 6,03 и 7,77 %, соответственно.

АСПО скважины № 9488 имеет асфальтеновый тип и содержит механические примеси в количестве 13,65 %. Широкое разнообразие факторов, влияющих на долговечность глубинных штанговых насосов, обуславливает необходимость в разработке оптимального состава ингибиторов снижающих процесс образования асфальтосмолистых парафинистых отложений.

По результатам анализа составов нефтей для исследования влияния химических реагентов на данные нефти были выбраны 6 ингибиторов парафиноотложений: СНПХ-7909, СНПХ-7941, СНПХ-7963, ФЛЭК ИП-106, РТ-1М и РТФ-1. В связи с тем, что нефть исследуемых скважин при нормальных условиях ($t^{\circ}=20^{\circ}\text{C}$) представляет собой кашеобразную массу и отмыв пленки по методике Петролайта не возможен, проводился анализ относительного снижения поверхностного натяжения нефти на границе фаз вода-нефть с различными ингибиторами при 50°C и 60°C на тензиометре. Чем меньше показатель поверхностного натяжения, тем меньше способность нефтяного флюида образовывать крупные цепочки из молекул парафинов, и тем легче осуществляется их вынос на поверхность с потоком жидкости. Результаты представлены в Таблицах 2 и 3.

Таблица 2 Влияние ингибитора на процесс парафиноотложения при $t = 50^{\circ}\text{C}$

№ скв.	Холостая	Марка ингибитора парафиноотложения					
		СНПХ-7909	СНПХ-7941	СНПХ-7963	ФЛЭК ИП-106	РТ-1М	РТФ-1
2603	8,8	1,8	2,9	3,1	2,7	4,8	2,6
4627	11,2	2,9	3,8	4,3	5,4	4,6	2,1

Таблица 3 Влияние ингибитора на процесс парафиноотложения при $t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$

№ скв.	Холостая	Марка ингибитора парафиноотложения					
		СНПХ-7909	СНПХ-7941	СНПХ-7963	ФЛЭК ИП-106	РТ-1М	РТФ-1
281	6,8	1,1	2,5	2,1	2,4	3,1	0,9
544	3,3	1	1,9	2	1,9	2,3	0,9
745	2,5	1	1,7	1,6	1,5	3,5	0,9
4232	7,5	1,6	2,6	2,4	2,9	7,1	2,6
5893	20,5	7,1	9,8	8,8	28,1	16,5	6,9

Таким образом, по результатам исследований наилучший результат показали:

- на скважине 2603 ингибитор СНПХ-7909 снизил поверхностное натяжение в 4,8 раза;
- на скважине 4627 ингибитор РТФ-1 снизил поверхностное натяжение в 5,3 раза;
- на скважине 281 ингибитор СНПХ-7909 снизил поверхностное натяжение в 6,1 раза, а РТФ-1 – в 7,5 раз;
- на скважине 544 ингибитор СНПХ-7909 снизил поверхностное натяжение в 3,3 раза, а РТФ-1 – в 3,6 раза;
- на скважине 745 ингибитор СНПХ-7909 снизил поверхностное натяжение в 2,5 раза, а РТФ-1 – в 2,8 раза;
- на скважине 4232 ингибитор СНПХ-7909 снизил поверхностное натяжение в 4,7 раз;
- на скважине 5893 ингибитор СНПХ-7909 снизил поверхностное натяжение в 2,9 раза, а РТФ-1 – в 3 раза.

Лучшие результаты по снижению поверхностного натяжения на границе фаз вода-нефть оказались у двух ингибитора: СНПХ-7909 и РТФ-1.

Кроме того, были проведены исследования влияния ингибиторов парафиноотложений на температуру плавления нефти данных скважин. Добавление ингибиторов СНПХ-7909 и РТФ-1 снизило температуру плавления на $1-1,5^{\circ}\text{C}$ у всех нефтей.

Таким образом, предложенные мероприятия позволят повысить производительность глубинных штанговых насосов при прежней себестоимости добываемой нефти.

Литература:

1. Дифференциальный штанговый насос. Патент на полезную модель RU №39366, кл. F 04 В 47/00, 27.07.2004.
2. Заключение АО «МунайМаш» № 159/12 по результатам анализа осадка из скв. 9488, 2017.
3. Протоколы исследований АО «МунайМаш» по подбору ингибиторов солеотложения глубинных скважинных штанговых насосов скв. 9488, 2016.

УДК 681.121.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ ПО КОНТРОЛЬНО-ДИАГНОСТИЧЕСКИМ СИСТЕМАМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССАМ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Савинкин В.В.*(д.т.н., кафедра «Транспорт и машиностроение», СКГУ им. М.Козыбаева,
г. Петропавловск, savinkin7@mail.ru)***Ратушная Т.Ю.***(магистр, докторант PhD,
кафедра «Транспорт и машиностроение», СКГУ им. М.Козыбаева,
г. Петропавловск, tratushnaia@mail.ru)***Иванова О.В.***(магистр, кафедра «Транспорт и машиностроение», СКГУ им. М.Козыбаева,
г. Петропавловск, itf.nkzu@mail.ru)***Зыкова Н.В.***(магистр, кафедра «Энергетика и радиоэлектроника», СКГУ им. М. Козыбаева,
г. Петропавловск, maslova_nata2008@mail.ru)*

Андапта

Негізгі міндеттерінің бірі-сапаны бақылау қалпына келтірілген жауырын ЖЭО турбиналарының іздеу болып табылады усталостных кернеу құрылымдық және фазалық құрайтын жұмыс ұзындығы жауырынның. Бұл жұмысты жүргізу қажет дәлдігін арттыру мақсатында болжау бас тарту жабдықты қолдану жолымен әдістемесін интеграцияланған бағалау туындаған усталостных процестерді бұйымның материалында. Интеграцияланған бағалау қалпына келтірілген физикалық-механикалық қасиеттері материалдың және анықтау себеп-салдарлық байланыстарды шоғырландыру ішкі кернеуді пайдалану процесінде бұйымдардың ерекшеліктерін ескере отырып, микроқұрылымын қамтиды бұзбай бақылау әдісін қолдану мен әдістемелерін, статистикалық болжау.

Түйін сөздер: турбинаның, усталостныекернеу, жауырын, турбиналардың, дефектоскопия.

Аннотация

Одной из основных задач контроля качества восстановленных лопаток турбин ТЭЦ является поиск усталостных напряжений структурных и фазовых составляющих рабочей длины лопатки. Данную работу необходимо проводить с целью повышения точности прогнозирования отказа оборудования путем применения методики интегрированной оценки возникновения усталостных процессов в материале изделия. Интегрированная оценка восстановленных физико-механических свойств материала и установление причинно-следственных связей концентрации внутренних напряжений в процессе эксплуатации изделий с учетом особенностей микроструктуры включает применение методов неразрушающего контроля и методик статистического прогнозирования.

Ключевые слова: турбины, усталостные напряжения, лопатки турбин, дефектоскопия.

Annotation

One of the main purposes of quality control of recovered blades of turbines of a Combined Heat and Power Plant (CHPP) is to search for fatigue stresses of structural and phase components of the working length of the blade. This work should be done in order to improve the accuracy of prediction of equipment failure by applying the integrated assessment method for the occurrence of fatigue processes in the material of the product. An integrated assessment of the recovered physical and mechanical properties of the material and the establishment of cause-effect relationships of internal stress concentration during the operation of products, taking into account the microstructure features, include the use of non-destructive testing methods and statistical forecasting techniques.

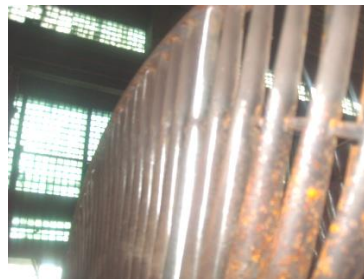
Keywords: turbines, fatigue stresses, turbine blades, defectoscopy.

В современных технических источниках методология исследования остаточного ресурса лопаток турбин, критериев оценки их текущего состояния, проведение критического анализа и экспертизы довольно утрировано и в основном сводятся к определению коррозионных участков и в ряде случаев определению на входных кромках лопаток в области припайки стеллитовых пластин развитие трещин. Существующими средствами неразрушающего контроля подобные несквозные дефекты практически не могут быть обнаружены из-за отсутствия непосредственного доступа.

Актуальной и важной задачей является не только обнаружение таких трещин на ранней стадии развития, как показывают многие ведущие ученые Дубов А.А., Демин Е.А., Миляев А.И., Стеклов О.И., Матюнин В.М. и др., но и определение истинных причин их зарождения и мест (основание металла, восстановление, фазовая среда структуры) концентрации [1,2].

Общеизвестные причины выхода из строя лопаточного аппарата это разрушение металла. Разрушение часто вызывается формированием трещин в теле лопатки, одной из первопричин которого является коррозия. Используя известные классификационные таблицы рассмотрим наиболее опасные виды коррозии: межкристаллитная коррозия (интеркристаллитная) - которая, не разрушая зёрен металла, продвигается вглубь по их менее стойким границам; транскристаллитная коррозия - рассекающая металл трещиной прямо через зёрна, почти не оставляя видимых следов на поверхности, эти поражения могут приводить к полной потере прочности и разрушению. Часто встречающаяся межкристаллитная коррозия аварийно опасна для лопаток паровых турбин несущих силовую нагрузку, формирующая большие внутренние напряжения. Отчетливый ореол сосредоточенного коррозионного разрушения эквивалентен острым надрезам в наиболее напряженных участках лопаток и под действием механических нагрузок приводит к разрушению конструкции. Также исследованиями установлено, что коррозионные повреждения лопаточного аппарата, как правило, локализуются в первоначальной зоне фазового перехода свежего пара, то есть при функционировании рабочих лопаток в зоне влажного пара [3].

Напряженность протекания коррозионных процессов элементов проточной части турбин обуславливается качеством металла (микроструктурой, пределом текучести, химическим составом,), качеством ее изготовления (наличием концентраторов напряжений, температурой пара в зоне фазового перехода, ЗФП) и конструкцией турбины, а также условиями эксплуатации (качеством свежего пара, попадающего в турбину), исполнением консервации турбины при ее останове. Можно отметить, что коррозионные повреждения рабочих лопаток турбин в зоне фазового перехода возникают на тех тепловых электростанциях, где по разнообразным обстоятельствам не обеспечивается нужный уровень качества свежего пара перед турбинами. Ухудшение качества свежего пара по некоторым показателям приводит к увеличению степени концентраций соединений в первичном конденсате ЗФП и интенсификации процесса формирования отложений на поверхности элементов турбины. Самые серьезные отложения, содержащие хлориды (0,5%), подвергающие к формированию коррозионных язв и уменьшению усталостной прочности металла (Рисунок 1).



а) эрозионный износ

б) язвенная коррозия

Рисунок 1 Износы на входной кромке лопаток турбины Т100/120 ТЭЦ-2,
г. Петропавловск

Проведенный анализ обследований металла лопаточного аппарата и дисков турбин обнаружил, что коррозионные повреждения рабочих лопаток и дисков в процессе эксплуатации случаются исключительно на ступенях турбин, работающих в зоне фазового перехода (область влажного пара от состояния сухого насыщенного пара до влажности в районе 6%). Область перегретого сухого пара подобных повреждений не обнаружено. Скорость протекания коррозионных процессов элементов проточной части турбин обуславливается качеством металла (пределом текучести, химическим составом, микроструктурой), качеством ее изготовления (наличием концентраторов напряжений, температурой пара в ЗФП), условиями эксплуатации (качеством свежего пара, поступающего в турбину) и конструкцией турбины [4].

Увеличению скопления агрессивных смесей содействует: переменные режимы работы турбины (увлажнение отложений и попеременное подсушивание); рост температуры первичного конденсата в ЗФП. Для улучшения и определения качества первичного конденсата в ЗФП могут быть использованы пробоотборные устройства, сепараторы и концентраторы. В тепловых электростанциях на период проведения ремонтов и при продолжительных остановках оборудование турбинных установок подвергается стояночной коррозии, которая является причиной поверхностного разрушения металла. Наиболее общераспространенным видом коррозионного разрушения металлов является стояночная коррозия. Быстрота коррозионного разрушения всевозможных металлических изделий в атмосфере обуславливается внешними условиями, т.е. метеорологическими факторами и загрязненностью воздуха солевыми примесями и коррозионно-активными газовыми. Основным фактором, определяющим механизм атмосферной коррозии и скорость, является уровень увлажненности поверхности металла. При стояночной коррозии совершаются повреждения в виде язвенной коррозии, как дисков турбин, так и лопаточного аппарата. Зона повреждений может захватывать элементы всей турбины или размещаться локально в зависимости от характерных условий во время стоянки турбины [5].

На ТЭЦ-3 г. Караганда и ТЭЦ-2 г. Петропавловск практика эксплуатации показывает, что турбины с лопатками упрочненными стеллитовыми пластинами имеют широкий спектр повреждений в разной сфере их идентификации по всему телу лопаток (Рисунок 2).

Согласно ГОСТ 24507-80 оценка качества рабочих лопаток осуществляется на разных стадиях их жизненного цикла и включает строго регламентированный перечень работ. На стадиях их изготовления предъявляются жесткие требования к

материалу лопаток. Лопатки паровых турбин производятся из коррозионно-стойких и жаропрочных сталей ограниченного и основного применения.

Отнести можно к материалам ограниченного применения:

- перспективные стали, обширное применение которых потребует накопления опыта эксплуатации изделий из них;
- стали, не представляемые к использованию при новом проектировании и применяемые для имеющихся на предприятиях фондов и задела.

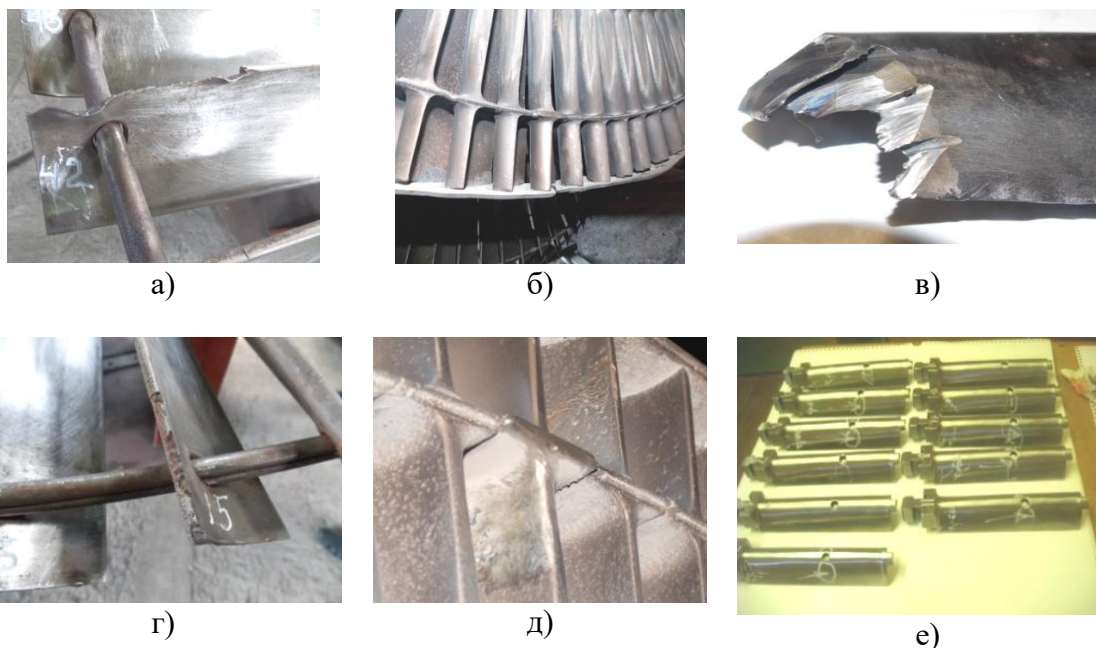


Рисунок 2 Основные дефекты выявленные на лопатках турбины Т100/120 ТЭЦ-2 г. Петропавловск: а) деформация кромок лопаток; б) деформация ленточного бандажа; в) обрыв лопатки; г) обрыв стеллитовых пластин; д) трещины на бандажах; е) трещины от отверстия под бандажную проволоку

Допускается применение других марок сталей до накопления опыта их эксплуатации исключительно в качестве ограниченного применения материалов. Применяют марки стали основного применения для рабочих лопаток: 18Х11МНФБ-Ш (КП60, КП65, КП70), 13Х11Н2В2МФ-Ш (КП70), 15Х11МФ-Ш (КП60, КП70), 20Х12ВНМФ-Ш (КП60, КП70), 12Х13-Ш (КП45), 20Х13-Ш (КП50, КП60). Разрешается использовать следующие марки стали ограниченного применения: 15Х12ВНМФ-Ш (КП60, КП70), 12Х13 (КП55), 13Х11Н2В2МФ-Ш (КП75). Работающих во влажном паре, материал лопаток, по координированию с заводом-изготовителем турбины допускается применение титановых сплавов. К механическим свойствам лопаточных сталей и химическому составу приведены требования в вышеуказанном нормативном документе.

При диагностике лопаток на стадии изготовления ключевым моментом являются критерии и нормы оценки качества. Новые лопатки должны отвечать требованиям чертежей предприятия-разработчика лопаток. На выходных и входных кромках лопаток, на кромках отверстий под скрепляющую проволоку, на поверхности в нижней трети пера обязаны отсутствовать механические забоины, а

также волосовины, риски и другие протяженные дефекты глубиной 0,5 мм и более. На другой поверхности хвостовика и пера глубина механических забоин и протяженных дефектов не должна превышать 1 мм. Коррозионные повреждения на поверхности лопаток должны отсутствовать (связанные, например, с нарушениями правил хранения лопаток и транспортировки). Следовательно, из анализа норм оценки качества на стадии изготовления неизбежно формируется важная задача по обеспечению таких условий и режимов эксплуатации турбоагрегатов, при которых указанные нормы варьируются в допустимых пределах до последующего межремонтного цикла.

Следующая стадия контроля и диагностики состояния рабочих лопаток турбоагрегата – это период эксплуатации. Из всего многообразия применяемых в мировой практике методов контроль и испытания лопаточного аппарата, важной задачей стоит соблюдение предписанных нормативными документами и заводом изготовителем требований к проведению контроля. Например, визуальному контролю (ВК) проверяется 100 % лопаток в доступных местах. Фиксируются при ВК: в виде забоин механические повреждения лопаточного аппарата, следы задеваний и деформации кромок; нарушения плотности сборки ступеней, выходы лопаток из ряда, их разворот, вылезание из посадочного места; обрывы лопаток, ленточных бандажей, проволоочных связей; отсутствие противоэрозионных пластин на входных кромках лопаток, работающих во влажном паре; нарушение сплошности сварных соединений в сварных пакетах; видимые трещины на лопатках, в сварных швах, бандажах, проволоочных связях; наличие на рабочих лопатках и бандажах промывов и износа от каплеударной и абразивной эрозии; коррозионные повреждения; отклонение положения демпферных связей от заданного.

Контролю дефектоскопическому подвергаются: рабочих лопаток последних ступеней 100 %; рабочих лопаток, работающих в зоне фазового перехода 100 %; по специальному указанию завода-изготовителя турбины или специализированной организации лопатки часто повреждаемых ступеней. Фиксируется наличие трещин при контроле дефектоскопическом поверхностными методами (ВТК, ЦД, МПД, ТР) рабочих лопаток: на выходных и входных кромках по всей высоте рабочей части; на хвостовиках, на кромках отверстий под проволоочную связь; в зоне шипов под ленточными бандажами; на выпуклой поверхности за противоэрозионными пластинами; в районе коррозионных язв (при наличии язвенной коррозии, превышающей нормы); на галтельных переходах в корневом сечении.

В лопатках для выявления эксплуатационных дефектов проводится УЗК, не выходящих на поверхность, в следующих зонах: выходных и входных кромок лопаток части низкого давления с вогнутой стороны при наличии эрозионного износа на выпуклой стороне; вильчатых и Т-образных хвостовиков (для лопаток, работающих в зоне фазового перехода при конструктивной возможности); с грибовидным креплением на ободе внутренних концентраторов хвостовиков (работающих в зоне фазового перехода, лопаток).

Таким образом, определены приоритетные функциональные задачи по контрольно-диагностическим системам. Среди них выявлено одно из приоритетных направлений – это поиск усталостных напряжений структурных и фазовых составляющих рабочей длины лопатки. Решить приоритетные функциональные задачи возможно только по результатам подробных научно-исследовательских работ по определению видов дефектов лопаток и анализу причинно следственные связи их появления [6].

Литература:

1. Дубов А.А. Диагностика турбинного оборудования с использованием магнитной памяти металла // М.: - 2009. – 148 с.
2. Миляев А.И., Ковнеристый Ю.К., Ефименко С.П., Корзникова Г.Ф. // Физика и химия обработки металлов 2003. - №3. – С. 86
3. Рудис А.М., Шостак А.В. Анализ повреждаемости и остаточного ресурса элементов конструкции ЖРД при статическом и циклическом нагружении // Диагностика и контроль. -2002 № 4.
4. Kamaraj M. Rafting in single crystal nickel- base superalloys An overview. Sadhana Vol. 28, Parts 1 & 2, February/April 2003. - P. 115 - 128. © Printed in India.
5. Орлов М.Р. Образование пор в монокристаллических рабочих лопатках турбины в процессе направленной кристаллизации. // Металлы. -2008. -№ 1. - С. 70-75.
6. Савинкин В.В., Ратушная Т.Ю., Абилямажинова А.А. Исследования концентрации внутренних напряжений в лопатках турбины ТЭЦ методом магнитной памяти металла//Метрология, 2017 – №1 1. 33-41.

УДК 004.41

**ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ КОМПЛЕКСОВ
РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ
СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Сейпетденов Н.С.

*(магистрант гр. ЭЭ-м-17, кафедра «Энергетика и радиоэлектроника»,
СКГУ им. М. Козыбаева, г. Петропавловск, niyazss96@gmail.com)*

Дарий Е.М.

*(магистр, кафедра «Энергетика и радиоэлектроника», СКГУ им. М. Козыбаева,
г. Петропавловск, dariyelena@mail.ru)*

Зыкова Н.В.

*(магистр, кафедра «Энергетика и радиоэлектроника», СКГУ им. М. Козыбаева,
г. Петропавловск, maslova_nata2008@mail.ru)*

Андатпа

Мақалада релелік қорғаудың негізгі көрсеткіштері қарастырылады. Солтүстік Қазақстан облысының энергетикалық жүйесінде пайдаланылатын релелік қорғаныстың микропроцессорлық құрылғыларына ерекше көңіл бөлінеді. Желілер мен трансформаторларды қорғау үшін қолданылатын құрылғылардың функционалдығы сипатталған.

Түйінді сөздер: қуат жүйесі, релелік қорғаныс, микропроцессорлық құрылғылар.

Аннотация

В статье рассмотрены основные показатели релейной защиты. Особое внимание уделено микропроцессорным устройствам релейной защиты, применяемым в энергосистеме Северо-Казахстанской области. Описан функционал устройств, применяемых для защиты линий и трансформаторов.

Ключевые слова: энергосистема, релейная защита, микропроцессорные устройства.

Annotation

The main indicators of relay protection are considered in the article. Particular attention is paid to microprocessor relay protection devices used in the power system of the North-Kazakhstan region. The functional of the devices used to protect the lines and transformers is described.

Keywords: power system, relay protection, microprocessor devices.

Релейная защита играет особую роль в работе энергосистемы, так как охватывает абсолютно все ее компоненты. Главной задачей защиты является ликвидация аварийных и ненормальных режимов работы энергоучастков. Основными показателями релейной защиты являются: селективность, быстродействие, чувствительность и надежность.

Селективность – это способность защиты отключать только поврежденный участок электроустановки, при этом оставляя неповрежденный участок в работе [1].

Быстродействие – это способность защиты отключать поврежденную электроустановку или ее участок как можно быстрее, с целью не допустить распространение повреждений или ненормального режима [1].

Чувствительность – это способность релейной защиты выявлять аварийный или ненормальный режим в конце защищаемого участка при минимальном режиме работы энергосистемы [1].

Надежность – это способность релейной защиты работать безотказно при возникновении аварийного режима в зоне ее действия, и не приходить в действие ложно, в условиях, когда ее работа не предусмотрена [1].

С целью повышения качества релейной защиты многие компании и институты ведут разработки в данной сфере, стремясь не только повысить приведенные выше показатели, но и расширить ее возможности и функционал.

На современном этапе развития производства целесообразно использовать для релейной защиты микропроцессорные комплексы, которые значительно превосходят традиционные комплексы релейной защиты и автоматики, основанные на электромеханических реле. А именно, они отличаются универсальностью и имеют более расширенные функциональные возможности.

В связи с этим в энергосети Северо-Казахстанской области ведется системная работа по постепенной модернизации энергоучастков, с целью внедрения современных комплексов защиты для повышения надежности и мощности уже существующих подстанций и применения современного оборудования при строительстве новых.

Наибольшее распространение в СКО нашли такие микропроцессорные устройства как: Орион-2, Сириус-Л, Сириус-Т, РС-83, УЗА, БМРЗ, которые используются для защиты линий электропередач. Они выполняют функции максимальной токовой защиты, защиты от замыканий на землю, автоматического повторного включения, резервного отключения выключателя, дают возможность местного или дистанционного управления выключателем. Во многих из них присутствует возможность ускорения и блокировки защит, что увеличивает надежность, быстродействие, чувствительность и селективность. Кроме того, многие устройства, например, такие как РС-83 (Рисунок 1) имеют встроенный осциллограф который регистрирует значения токов в момент короткого замыкания, журнал событий, в котором записываются время и значения токов короткого замыкания. Передняя панель снабжена светодиодами, которые информируют о положении выключателя и работе защит. Большинство микропроцессорных устройств снабжены интерфейсом RS-485, который дает возможность дистанционного управления выключателем и мониторинга значений токов в фазах.

Данное устройство предназначено для выполнения функций основной защиты двухобмоточного трансформатора. С помощью данного устройства можно реализовать двухступенчатую дифференциальную токовую защиту в

качестве основной и максимальную токовую защиту сторон высшего и низшего напряжения [2]. Преимуществом данного устройства является более высокая точность и чувствительность дифференциальной защиты, которая достигается с помощью встроенных цифровых трансформаторов тока, которые контролируют и уменьшают токи небаланса в плечах дифференциальной защиты.

Микропроцессорные комплексы релейной защиты способны не только отключить поврежденный участок линии электропередач, но и определить расстояние до места короткого замыкания, такая функция реализована в Сириус-2-ОМП (Рисунок 3).



Рисунок 1 Внешний вид микропроцессорного устройства релейной защиты РС83-А2

Для защиты силовых трансформаторов используются микропроцессорные устройства релейной защиты Сириус-Т (Рисунок 2).



Рисунок 2 Внешний вид микропроцессорного устройства релейной защиты Сириус-Т

Устройство «Сириус-2-ОМП» предназначено для определения места повреждения на воздушных линиях электропередачи напряжением 6–750 кВ [3].

Литература:

1. Чернобровов Н.В., Семенов В.А. Релейная защита энергетических систем: Учеб. Пособие для техникумов. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 800 с.: ил.
2. Микропроцессорное устройство защиты Сириус-Т: Руководство по эксплуатации. – ЗАО «РАДИУС Автоматика», Редакция 1.21 от 25.11.15.
3. Устройство определения места повреждения на воздушных линиях электропередачи Сириус-2-ОМП: Руководство по эксплуатации. – ЗАО «РАДИУС Автоматика», 2010.

УДК 004.588

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ
ПЛАТФОРМ В ЭКОНОМИКЕ**

Сейтахмет М.О.

(Магистрант, ИС-М-17 СКГУ им.М.Козыбаева, г. Петропавловск)

Кухаренко Е.В.

(кандидат технических наук, доцент,

*Кафедра «Информационные системы» СКГУ им.М.Козыбаева,
г. Петропавловск, magzhanseytakhmet@gmail.com)*

Аңдатпа

Бұл мақалада перспективалы әдістері және есептеуіш платформалар үшін экономикалық есептеуді жүргізу, сондай-ақ қысқаша қаралады нақты есептеуіш платформалар қолданылатын экономикалық есептеулер және одан кейінгі трендтері. Осы бап сонымен қатар қарайды проблемасын өңдеу көлемі үлкен деректерді экономика және қарайды шешудің ықтимал жолдары. – Бап сол пайдалы болады, кімбірісті экономикалық есептеулермен үлкен өлемдерін ретіндешолу.

Түйінді сөздер: Datamining, Python, BigData, вычислительные платформы, алгоритмы, машинное обучение.

Аннотация

В данной статье рассматриваются перспективные методы и вычислительные платформы для проведения экономических расчетов, а также кратко рассматриваются конкретные вычислительные платформы применительно к экономическим расчетам и дальнейшие тренды их развития. Данная статья так же рассматривает проблему обработки объемов больших данных в экономике и рассматривает возможные пути решения. Статья так же будет полезна всем, кто имеет дело с экономическими расчетами больших объемов, в качестве обзорной.

Annotation

This article discusses the advanced methods and computing platform for carrying out of economic calculations, but also briefly considers specific computing platform in relation to economic calculations and future trends. This article also considers the problem of processing large amounts of data in the economy and considers possible solutions. The article also will be useful to anyone who is dealing with the economic calculations of large volumes, as review.

В настоящее время проявляется активная тенденция использования современных вычислительных платформ в экономических расчетах. Мощности современных вычислительных машин растут согласно закону Мура и удваиваются каждые 24 месяца соответственно, растет скорость, точность и масштабы расчетов. На сегодняшний день, самые популярные технологии, используемые в области вычислений и работы с большими объемами данных,

являются DataMining и DeepLearning, это два основных раздела целой новой науки BigData каждый из которых имеет свои подразделы (Рисунок 1) и мультидисциплинарные связи. BigData является в свою очередь парадигмой, которая объединяет в себе огромное число алгоритмов, схем, математических моделей и даже теорию машинного обучения для формирования целостной системы обработки гигантских объемов данных. Если рассматривать эволюцию вычислительных платформ используемых с самых древних времен, то можно заметить какой колоссальный скачок был сделан за относительно короткое время. Был проделан путь от простых счетов типа Аббак до современной микропроцессорной многоядерной вычислительной мощи. Однако же стоит отметить, что мало использовать мощные машины, очень важно то как их использовать и какие применять алгоритмы. Древние счета позволяли использовать несколько простых примитивных алгоритмов, в то время как в настоящее время обилие различных алгоритмов породило целые вычислительные платформы соперничающие друг с другом.

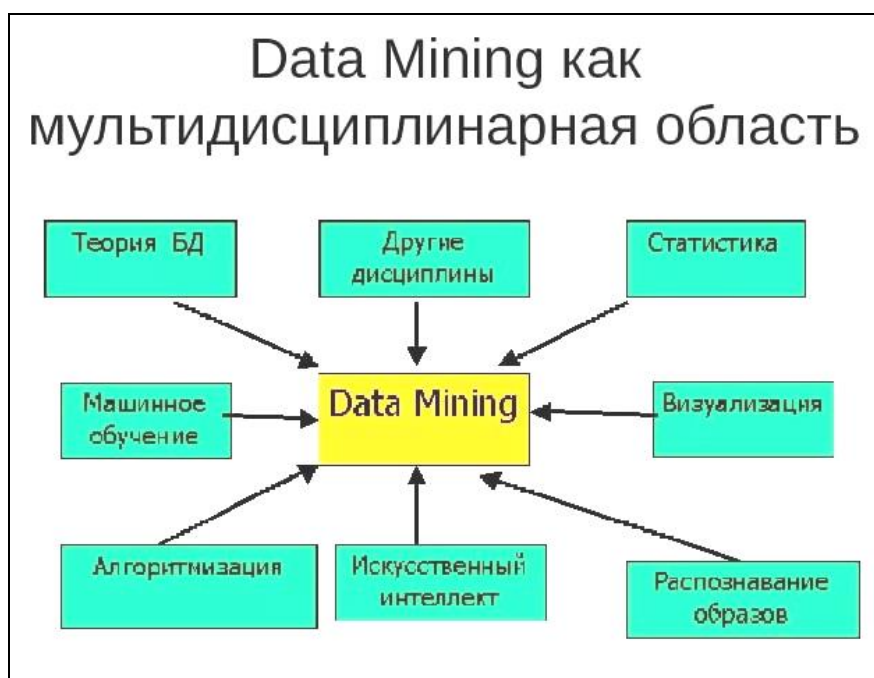


Рисунок 1 Схема междисциплинарных связей в DataMining

Современный термин DataMining переводится как «извлечение информации» или «добыча данных». Довольно часто, наряду с DataMining встречаются термины KnowledgeDiscovery («обнаружение знаний») и DataWarehouse («хранилище данных»). Возникновение указанных терминов, которые являются неотъемлемой составляющей частью DataMining, связано с новым витком в развитии средств и методов обработки и хранения данных. Итак, цель DataMining состоит в выявлении скрытых правил и закономерностей в больших (очень больших) объемах данных, которые в экономических расчетах имеют довольно важное значение, в частности при прогнозировании различных значений, таких как, например курсы валют или другой статистической информации, для построения линий трендов и так далее [3].

Сложность экономических расчетов, да и любых других, где используется большое число данных, состоит в том, что человеческий разум сам по себе не приспособлен для восприятия огромных массивов разнородной информации.

В среднем человек, за исключением некоторых индивидуумов, не способен улавливать более двух-трех взаимосвязей даже в небольших выборках. Но и традиционная статистика, долгое время претендовавшая на роль основного инструмента анализа данных, так, же нередко пасует при решении задач из реальной жизни. Она оперирует усредненными характеристиками выборки, которые часто являются фиктивными величинами (средней платежеспособностью клиента, когда в зависимости от функции риска или функции потерь вам необходимо уметь прогнозировать состоятельность и намерения клиента; средней интенсивностью сигнала, тогда как вам интересны характерные особенности и предпосылки пиков сигнала и т. д.) [4].

Таким образом, стоит сделать вывод о том что, дальнейшее совершенствование и развитие вычислительных платформ для обработки большого объема данных (а именно в области экономики зачастую объемы входных данных самые большие) имеет далеко идущие перспективы, а так же востребованность. Итак, рассмотрим следующий подход к обработке данных в экономике.

Машинное обучение (от англ. – machinelearning) – алгоритмы, или же набор алгоритмов, позволяющие компьютеру делать выводы на основании данных, не следуя определенным правилам (Рисунок 2).

Принято выделять 2 направления:

1. Обучение на основе выявления закономерностей в данных.
2. Обучение, основанное на формализации знаний экспертов и их перенос в виде базы знаний.

Целью машинного обучения является разработка алгоритмов с возможностью воспроизведения работы человеческого мозга при анализе информации и в ходе принятия решения [5].

Таким образом выполнять экономические прогнозы и расчеты, платформа научится самостоятельно, основываясь на выявлении закономерности во входных данных, такой подход практически не требует участия человека.



Рисунок 2 Структурные составляющие машинного обучения

Текущая стадия развития обучающихся алгоритмов такова, что под термином «обучение» понимается способность решать уравнения на основе определенных данных, например, данных о курсах валют за последние 10 лет, расчеты будут тем точнее, чем больше входная выборка данных.

Сфера применений машинного обучения постоянно расширяется. Повсеместная информатизация приводит к накоплению огромных объемов данных в науке, производстве, бизнесе, транспорте, здравоохранении.

Возникающие при этом задачи прогнозирования, управления и принятия решений часто сводятся к обучению по прецедентам. Раньше, когда таких данных не было, эти задачи либо вообще не ставились, либо решались совершенно другими методами.

Машинное обучение и элементы искусственного интеллекта, настоящий спасательный круг в экономических расчетах, так как в этой области объемы и выборки входных данных постоянно увеличиваются. Машинное обучение может в корне изменить и упростить процесс проведения расчетно-вычислительных процессов в экономике.

На данный момент машинное обучение и DataMining являются довольно распространенными подходами к решению подавляюще большого числа задач из области экономики. Однако, же если для использования Data Mining существует внушительный набор платформ, таких как:

1. Mat Lab;
2. Mathcad;
3. Maple;
4. SPSS;
5. Statistika.

Для использования подхода в машинном обучении, не существует пока стандартизированной платформы, однако с появлением языка программирования Python появился новый гибкий инструмент для выполнения расчетов посредством машинного обучения.

Код на python может быть помещен в файл с расширением .py и отправлен интерпретатору для выполнения. то классический подход, который обычно разбавляется использованием среды разработки, например pyCharm [2]. Однако, для python (и не только) существует другой способ взаимодействия с интерпретатором — интерактивные блокноты jupyter (Рисунок 3), сохраняющие промежуточное состояние программы между выполнением различных блоков кода, которые могут быть выполнены в произвольном порядке.

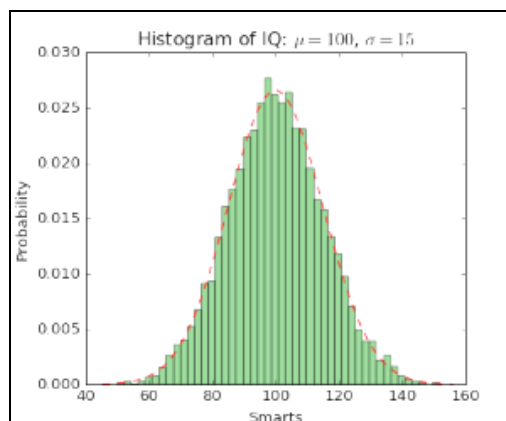


Рисунок 3 Вид диаграммы, построенной в Jupyter

Экосистема языка Python стремительно развивается[1]. Это уже не просто язык общего назначения. С его помощью можно успешно разрабатывать веб-приложения, системные утилиты и многое другое. Рассмотрим сильные и слабые стороны идеи использования python вместо MATLAB, Maple, Mathcad, Mathematica.

Этот способ взаимодействия позаимствован у блокнотов Mathematica, позже аналог появился и в MATLAB (Live script). Таким образом, Python становится на настоящий момент самой перспективной вычислительной платформой использующей подход машинного обучения.

В настоящее время для данного языка разработано и находится в процессе разработки огромное число вычислительных библиотек, позволяющие реализовывать с помощью него практически сколь угодно число различных вычислений. Развитие данной платформы, на настоящий момент идет очень быстрыми темпами, и именно данная платформа претендует на роль основной вычислительной платформы для расчетов в области экономики в ближайшем будущем.

Литература

1. Доусон М. Программируем на Python. – СПб.: Питер, 2016. – 416 с.
2. Лутц М. Изучаем Python, 4-е издание. – Пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 2015. – 1280 с.
3. Bigus, J.P. Data mining with neural networks / Bigus J.P.. - М.: [не указано], 2015. - 835 с.
4. Boris, Kovalerchuk Data Mining in Finance: Advances in Relational and Hybrid Methods (Kluwer International Series in Engineering and Computer Science, 547) / Boris Kovalerchuk, Evgenii Vityaev. - Москва: СПб. [и др.] : Питер, 2016. - 209 с.
5. Флах, Петер Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных. Учебник / Петер Флах. - М.: ДМК Пресс, 2015. - 400 с.

В журнале публикуются статьи о результатах научных исследований и критические обзоры по тематическим направлениям: педагогические науки, гуманитарно-социальные науки, технические науки, естественные и сельскохозяйственные науки.

Авторы несут ответственность за достоверность и значимость научных результатов, и актуальность научного содержания работ. Не допускается **плагиат**. Оригинальность полученных статей проверяется с использованием системы антиплагиата.

Статьи публикуются на казахском, русском, английском языках.

Рукописи статей опубликованных ранее или переданных в другие издания, не принимаются.

Представляя текст работы для публикации в Вестнике, авторы гарантируют, что: их работа полностью оригинальная и в случае использования работ других авторов сделаны соответствующие библиографические ссылки; работа ранее не была опубликована; представленная рукопись не рассматривается для публикации в редакции другого издания; публикация одобрена всеми авторами и негласно или явно ответственными органами, где проводилась работа; если статья будет принята, она не будет опубликована в другом месте в той же форме на английском или любом другом языке, в том числе в электронном виде без письменного согласия владельца авторских прав.

Представленные материалы для опубликования должны содержать результаты оригинальных научных исследований по актуальным проблемам в области физики, математики, механики, информатики, биологии, медицины, геологии, химии, экологии, общественных и гуманитарных наук и др., ранее не опубликованные и не предназначенные к публикации в других изданиях. Для публикации принимаются полностью завершённые исследовательские работы, которые представлены четко и лаконично. Также в Вестнике публикуются краткие сообщения о новых и важных для научного сообщества разработках (объем 2-3 страницы). Критические обзоры принимаются после поручения главным редактором или ответственным секретарем выпускаемой серии. Авторы, предоставляющие критические обзоры, сначала обращаются к главному редактору или ответственному секретарю данной серии. Статьи, не отвечающие по содержанию и по оформлению к публикации не принимаются и не возвращаются авторам.

Представленные статьи рецензируются не менее чем двумя независимыми учеными по научному направлению. Выбор рецензентов и окончательное решение о публикации принимает редколлегия выпускаемой серии.

Текст статьи должен включать:

- *введение*, которое дает вводную информацию, касающуюся темы статьи; описывает цель и задачи исследования, актуальность и новизну;
- *методы исследования*. В данном разделе описывается последовательность выполнения
- исследования и обосновывается выбор используемых методов; материалы, приборы, оборудование и другие условия проведения экспериментов/наблюдений;
- *результаты исследования*, представляющие фактические результаты исследования (текст, таблицы, графики, диаграммы, уравнения, фотографии, рисунки);

- *дискуссию*, содержащую интерпретацию полученных результатов исследования, включая: соответствие полученных результатов гипотезе исследования; ограничения исследования и обобщение его результатов; предложения по практическому применению; предложения по направлению будущих исследований;
- *заключение*, которое содержащее краткие итоги разделов статьи без повторения формулировок, приведенных в них;
- *литературу*.

Статьи предоставляются в Департамент науки, НМиПЛО (e-mail: vestnik_skgu@mail.ru) в электронном формате, оформленные по образцу (Приложение 1), в соответствии со следующими техническими требованиями:

Текст статьи объемом 5-10 страниц (для кратких сообщений 2-3 страницы) должен быть набран в редакторе Word, шрифтом Times New Roman, с одинарным интервалом. Параметры страницы: формат А4, поля - по 2,5 см со всех сторон.

Статья начинается с индекса УДК заглавным, жирным шрифтом, 12 пт, по левому краю. Через одну строку размещается название статьи по центру без переносов, без красной строки, без точки, заглавными, жирными буквами, 12 пт.

На следующей строке - фамилии и инициалы авторов обычным жирным шрифтом, 12 пт, по центру без переносов, без красной строки. На следующей строке в скобках указываются должность, ученое звание, место работы (университет, кафедра, город) и e-mail автора(-ов), по центру, курсивом, 12 пт. Точные данные ответственного автора, который будет вести переписку на всех этапах публикации. Нужно указать полный почтовый адрес. Дополнительно предоставляются его (ее) контактные данные (с кодом страны и региона).

Через две строки по центру следует слово **Аннотация** жирным шрифтом 10 пт, затем текст обычным шрифтом 10 пт, по ширине с абзацем 1 см. Аннотации должны быть представлены на трех языках (казахский, русский, английский), через одну строку друг от друга. Аннотация должна отражать проблематику статьи, цели, методы проведения и результаты работы, область применения результатов, выводы.

После аннотации требуется написать ключевые слова (5-8 слов и словосочетаний).

Через две строки следует основной текст статьи обычным шрифтом 12 пт, по ширине, с красной строки – 1 см. Ссылки на научные источники обязательны, их следует указывать в квадратных скобках порядковым номером, по мере упоминания, в соответствии со списком использованной литературы, например: [1, с. 15-17].

Рисунки, фотографии и графические материалы должны быть сгруппированы, иметь четкое качество изображения.

Через две строки по центру следует слово **Литература** жирным шрифтом 10 пт, без абзаца. Список литературы оформляется простым шрифтом, 10 пт, с абзацем 1 см, следующим образом:

1. Иванов А.А. Процессы протаивания грунта // Доклады НАН РК. – 2007. – № 1. – С. 16-19.
2. Петров А.Ф. Теплообмен в дисперсных средах. – М.: Гостехиздат, 1994. – 444 с.
3. Наурызбаев А.С. История Центральной Азии: концепции, методология и новые подходы // Мат-лы междунар. научн. конф. «К новым стандартам в развитии общественных наук в Центральной Азии». – Алматы: Дайк-Пресс, 2006. – С. 10-17.

Статьи, не отвечающие по содержанию и оформлению вышеперечисленным требованиям, к публикации не принимаются и не возвращаются авторам.

М.Қозыбаев атындағы СҚМУ хабаршысы

Меншік иесі: ҚР Білім және ғылым министрлігінің «Манаш Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті» ШЖҚ РМК. №13405-Ж есепке алу туралы кұәлігін 2013 жылдың 25 ақпанында ҚР Мәдениет және ақпарат министрлігі берген.

Басылуға 06.09.2017 ж. қол қойылды. Пішімі 60×90 1/8. Times гарнитурасы.
Кілемі 8,9 б.т. Таралымы 100 дана. Кітап-журнал қағазы. Тапсырыс №356.
М.Қозыбаев атындағы СҚМУ баспаханасында басылды. 150000, Петропавл қ., Пушкин к., 86.

Вестник СКГУ имени М.Козыбаева

Собственник: РГП на ПХВ «Северо-Казахстанский государственный университет имени Манаша Козыбаева» МОН РК. Свидетельство о постановке на учет №13405-Ж от 25 февраля 2013 г. выдано Министерством культуры и информации РК.

Подписано в печать 06.09.2017 г. Формат 60×90 1/8. Гарнитура Times.
Объём 8,9 усл.печ.л. Тираж 100 экз. Бумага книжно-журнальная. Заказ №356.
Отпечатано в СКГУ им. М. Козыбаева. 150000, г. Петропавловск, ул. Пушкина, 86.

Bulletin of M.Kozybayev NKSU

Owned by Republican State Enterprise «Manash Kozybayev North Kazakhstan State University».
Certificate no.13405-Ж issued by Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan
on 25 February, 2013.

Signed for publishing on 06.09.2017. Size: 60x90 1/8. Font type: Times. Volume: 8,9 conventional lists.
Number of copies: 100. Order no. 356. Printed on office paper by M. Kozybayev NKSU Press,
86, Pushkin street, Petropavlovsk, Kazakhstan, 150000.